

Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnassa

RAPS 34

Tietomallinnuksen hyödyntäminen työmaatoiminnassa

Jyrki Latvala

Fira Oy

Vantaa 05.10.2012

Aalto University Professional Development – Aalto PRO

Alkusanat

Tämä tutkielma on tehty osana RAPS koulutusta. Tutkielma on tehty Fira Oy:lle ja siinä on selvitetty mallinnuksessa esiintyviä ongelmia työmaatoiminnassa ja etsitty niihin ratkaisuja. Haluan kiittää Fira Oy:n henkilökuntaa, jotka ovat antaneet tietoja tämän tutkielman aineistoksi. Erityiskiitokset Fira Oy:n työn ohjaajalle, kehitysjohtaja Otto Alhavalle, joka on aktiivisesti edesauttanut tämän tutkielman valmistumista.

Vantaa 05.10.2012

Jyrki Latvala

Työpäällikkö

Fira Oy

Tiivistelmä

Fira Oy on luonut oman mallin rakentamiseen, kyseessä on palvelurakentaminen, jossa tietomallinnus on välttämätön osa kokonaisuutta. Tietomallinnus on uudenlainen tapa suunnitella rakennuskohteet kolmiulotteisen mallin avulla.

Tämän tutkielman tarkoitus on selvittää tietomallinnuksen mahdollisuuksia teoriassa ja käytännön hyötyjä työmaan kannalta. Mallinnuksen mahdollisuudet ovat rajattomat, tämä tutkimus selvittää mitä tarpeita työmaalla on mallinnuksen suhteen ja mitä mallinnuksen avulla on järkevää ottaa käyttöön. Tutkielmassa pyritään selvittämään mallin hyvät ja huonot puolet ja mitä vaatimuksia se asettaa työmaahenkilökunnalle. Tarkoituksena on selvittää mitä mallinnuksen mahdollisuuksista kannattaa käyttää ja mitä vaatimuksia se asettaa työmaalle.

Abstract

Fira Oy has created own way for construction, called service construction , where planning by modelling is essential part of totality. Modelling is new way of planning buildings in help of three-dimensional model. Purpose of this study is to find out, what are the possibilities of planning by modelling in theory and what are its benefits in building site in practice. Potential of modelling are nearly unlimited, this study finds out what kind of needs and expectations is directed to modelling by construction site and which of these needs is reasonable to exercise. This study is trying to find out which possibilities of modelling is reasonable to use and what kind of demanding it brings to building site

Sisältö

1	Johdanto	1
1.1	Työn rakenne.....	1
1.2	Tutkimusmetodi	2
1.3	Työn kytkeytyminen Firan muuhun kehitykseen.....	2
2	Yleistä tietomallinnuksesta	4
2.1	Suunnittelusta virtuaalirakemiseen	4
2.2	Yhdistelmämalli ja IFC-formaatti	5
3	Firan palvelurakentaminen.....	8
4	Mallinnuksen merkitys palvelurakentamisessa.....	12
4.1	Tietomallin käyttö hankkeen eri vaiheissa	13
4.2	Hankekehitysvaiheen tehostaminen tietomallin avulla.....	16
4.3	Tietomallipohjaisen määrälaskennan käyttö ja tekninen toteutus.	17
5	Tutkimuskysymykset	20
6	Tietomallinnuksen haasteet Firan nykyisellä toimintatavalla.....	22
6.1	Tietomallin käytön haasteet suunnittelun näkökulmasta	22
6.2	Tietomallinnuksen käytön haasteet tuotannon näkökulmasta.....	23
7	Tietomallinnuksen käyttö suunnittelussa ja työmaalla	25
7.1	Suunnittelun ohjaus	25
7.1.1	Suunnittelun aloitus	25
7.1.2	Suunnittelun ohjaus.....	27
7.2	Työmaan johtaminen.....	28
7.2.1	Työmaan aikataulusuunnittelu ja seuranta.....	30
7.2.2	Alihankinnat ja tarjoustoiminta.....	30
7.2.3	Aliurakoitsijoiden johtaminen	31
8	Case Lahti	32
8.1	Yleiskuvaus kohteesta	32
8.2	Rakentamisvaihe	34
8.3	Hyödyt ja haitat	34
9	Tulokset ja johtopäätökset	36
9.1	Roolipohjaiset minimivaatimukset sekä mallinkäytön osaaminen.....	37
9.2	Tietomallinnuksen hyötykäyttö edellyttää kulttuurimuutosta.....	40
9.3	Tietomallikoordinaattorin merkitys hankkeessa	41
10	Jatkotoimenpiteet	43
11	Lähdeviitteet ja kirjallisuusluettelo.....	46

1 Johdanto

Tämä työ on osa Aalto-yliopiston Rakennuttajakoulutus RAPS 34 kurssia. Koulutus vahvistaa kykyä toimia vaativien rakennushankkeiden projektinjohtotehtävissä. Kurssin suoritusvaatimuksiin kuuluvat tutkielma ja RAPS-tentti, jonka hyväksytysti suorittaneet voivat hakea FISE:ltä Vanhemman rakennuttajan (RAPS) pätevyyttä.

1.1 Työn rakenne

Työssä esitellään aluksi yleisesti tietomallinnus sekä sen merkitys rakennus-alalla. Johdantona aiheeseen esitetään myös, mitä Fira Oy:n palvelurakentaminen käytännössä on, aiheesta ei ole ajantasaista julkistettua materiaalia tutkimuksena tai opinnäytetyönä. Työssä selvitetään mallinnuksen merkitystä Fira Oy:n palvelurakentamisessa

Palvelurakentamisen konseptissa tarkastellaan mallinnukseen käyttöä Firan prosesseissa ja esitetään mallin käyttömahdollisuudet, mallinnuksella saavutettavia hyötyjä asiakkaan ja tuotanto-organisaation näkökulmasta.

Työn jälkimmäisessä osassa asetetaan tutkimuskysymykset koskien tietomallin käyttöä työmaalla. Tutkimuskysymykset lähestyvät käytännön kautta mallin hyödyntämistä, tuotos- ja panos suhdetta sekä tarvittavia toimenpiteitä mallin hyödyntämiseksi uusilla työmailla ja uuden organisaation näkökulmasta. Mallin käyttöä selvitetään käynnissä olevan työmaan (Case Lahti) kokemuksiin perustuen. Lopussa otetaan kantaa siihen mitkä mallin mahdollisuudet kannattaa hyödyntää jatkossa toimenpide-ehdotuksen muodossa.

1.2 Tutkimusmetodi

Tutkimusmetodina on käytetty lähinnä keskusteluja mallia käyttäneiden henkilöiden kanssa. Tutkimuksessa on käytetty Lahden työmaan malli-, suunnittelu- ja viikkopalavereita sekä suunnittelu- että työmaakokouksia.

Työssä on käytetty metodina case- eli tapaustutkimusta, jossa on pyrkimykseenä käyttää monipuolista ja monilla eri tavoilla hankittua tietoa analysoimaan tietomallinnuksen merkitystä ja käyttömahdollisuuksia työmaan näkökulmasta.

Metodin valinnan yksi peruste oli tavoite saada laaja ja hyvin organisoitu kuva mallintamisen käytöstä työmaalla, joka toimisi yhtenä lähtökohtana tuleville opinnäytetoille. Lähtökohtaisesti työtä suunniteltaessa oli odotuksena, että tapaustutkimus antaisi intensiivisenä menetelmänä hyvän kuvan tietomallinnukseen liittyvistä oleellista tekijöistä, prosesseista ja vuorovaikutussuhteista, joihin jatkotöissä on syytä kohdistaa lisähuomiota.

Metodin käyttö eteni työn aikana seuraavasti:

- tutkimukselle määritettiin tavoitteet ja kohde osana Tekla Oy:n kanssa tehtävää projektia. Tällöin määritettiin työmaan prosessit ja käyttötapaukset, joissa tietomallinnusta oletettiin voitavan hyödyntää Lahden työmaalla.
- käyttötapausten perusteella laadittiin tutkimussuunnitelma, jossa määritettiin käyttötapaukset tutkimuskohteiksi työmaan perustamis- ja runkovaiheen osalta. Samassa yhteydessä listattiin lähdeaineisto ja tiedonkeruumenetelmä.
- aineiston koonti tapahtui työmaalla normaalin toiminnan ohella ja sitä täydennettiin haastatteluilla
- saatu aineisto järjestettiin toimintajärjestelmän prosessin ja käyttötapausten mukaiseen järjestykseen, josta pyrittiin johtamaan tulokset
- tuloksien johtopäätökset kirjattiin tässä esitettyyn muotoon lopputyöksi

1.3 Työn kytkeytyminen Firan muuhun kehitykseen

Fira tutkii aktiivisesti tietomallinnuksen käyttöä ja on aloittanut yhteistyöprojektin Tekla Oy:n kanssa uuden tietomallipohjaisen projektitoimitusmal-

lin luomiseksi Suomeen. Tämä työ tarkastelee tietomallinnuksen käyttöä työmaan näkökulmasta ja on ensimmäinen laatuaan Firassa.

Työn yhtenä tarkoituksena on tuottaa lähtötietoja myöhemmin tehtävälle insinööriyölle sekä diplomityölle, joissa tutkitaan tietomallinnuksen käytön kuvaamista sekä toimintajärjestelmän käyttöönottoa Firan tuotantoprosessin osalta. Insinööriyö on aloitettu 1.9.2012 aiheen hyväksyttämällä ja diplomityö aloitetaan lokakuussa 2012.

2 Yleistä tietomallinnuksesta

Tietomallinnuksella tarkoitetaan rakennuksen suunnittelua käyttäen hyväksi kolmiulotteista mallia perinteisten kaksiulotteisten suunnitelmien sijasta. Tietomallinnus perustuu tietokoneavusteisten suunnitteluohjelmien käyttämiseen (CAD, Computer-Aided Design), jotka yleistyivät rakennusosalalla 1990-luvulla.

Suomi on ollut tietomallinnuksen edelläkävijöitä, mutta on menettänyt etumatkansa 2000-luvulla. Tietomallinnus on vakiinnuttanut asemansa kansainvälisesti 2010-luvulle tullessa, josta on osoituksena tietomallipohjaisten toimintatapojen ja hankekehitysmallien käyttöönotto esimerkiksi Yhdysvalloissa (IPD, Integrated Project Delivery) ja Australiassa (Allianssimalli). Suomessa on otettu käyttöön tietomallinnusta ohjaava kansallinen tietomalliohjeistus vuonna 2012, joka perustuu Senaatti-kiinteistöjen kehittämään tietomallien käyttötapaan.

Tietomallinnus (BIM, Building information modelling) kattaa useita eri suunnittelualoja, joissa mallinnetaan erikseen kyseisen suunnittelualan ratkaisut osaksi kolmiulotteista rakennusta. Eri suunnittelualat tallentavat omat suunnitelmansa tietomalleiksi suunnittelualakohtaisia CAD-ohjelmistoja käyttäen.

2.1 Suunnittelusta virtuaalirakemiseen

Tietomallintamisella tehdään rakennuksesta kolmiulotteinen virtuaalimalli, joka sisältää tarkkaa tietoa rakennuksen tiloista ja materiaaleista tarvittavine ominaisuustietoineen. Tietomallinnus on virtuaalirakentamista, jossa rakennus tehdään mallissa valmiiksi, jossa virheet, puutteet ja suunnitelmien väliset ristiriidat pyritään havaitsemaan jo mallinnusvaiheessa. Tällöin rakentamisaikaiset virheet ja muutokset jäävät vähäisemmiksi.

Tietomallia voidaan hyödyntää rakennuksen suunnittelussa, energiankulutuksen arvioinnissa, määrälaskennassa, kustannusarviossa, toteutuksessa ja ylläpidossa. Tietomalli kattaa rakennuksen koko elinkaaren, hanke- ja luonnossuunnittelusta talon lopulliseen purkuun aina kaatopaikalle asti. Tietomallinnus on rakennuksen koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa.

Perinteiseen dokumenttipohjaiseen toimintatapaan nähden hankkeen tiedot eivät ole hajallaan eri piirustuksissa, vaan kaikki tiedot ovat samassa mallissa, josta voidaan tulostaa tarpeen mukaan tietoja kuhunkin tarpeeseen. Mallista tulostetut dokumentit ovat keskenään ristiriidattomia ja vastaavat tarkasti mallin määriä.

2.2 Yhdistelmämalli ja IFC-formaatti

Suunnittelijat suunnittelevat omat suunnitelmansa erilliseen omaan malliin, josta ne kootaan yhteiseen yhdistelmämalliin. Koska kukin suunnittelu-ala käyttää eri suunnitteluohjelmia, tarvitaan näiden ohjelmien väliseen tiedonsiirtoon ja käsittelyyn oma järjestelmänsä. Tähän käytetään ns. IFC-formaattia, jolla muodostetaan eri suunnittelualojen suunnitelmista yhteinen ja yhteensopiva yhdistelmämalli, johon on kerätty yhteen eri suunnittelijoiden tuotokset. Tietomallin ansiosta projektin lopputuote tiedetään ja ennen kaikkea tuleva rakennus nähdään konkreettisesti etukäteen.

Tutkielmassa käytettävät lyhenteet ja termit:

BIM (Building Information Modeling) Rakennuksen tietomalli. Se tarkoittaa työkaluja, prosesseja ja teknologiaa, jolla aikaansaadaan rakennuksen digitaalinen tiedostokokonaisuus. Se pitää sisällään tietoa rakennuksen suorituskyvystä, suunnittelusta, rakentamisesta ja elinkaaresta. Tietomalli pitää sisällään kolmen ulottuvuuden lisäksi muuta attribuuttitietoa rakennuksesta, jonka tietomallisovellus pystyy lukemaan.

Firan Nelikenttä™ Firan suojaama tuotenimi hankekehitysprojektin osittamiselle neljään tarkastelunäkökulmaan, jotka ovat omistaminen ja hallinnointi, asiakkaan liiketoiminnan tuotot rakennuksessa, rakennusinvestointi ja elinkaari

Firan Verstas™ Firan suojaama tuotenimi Firan kehittämälle vuorovaikutteille ongelmanratkaisuprosessille, jossa muodostetaan yhteinen tietopohja, määritetään vaatimukset ja kehitetään parhaat ratkaisut.

IFC (Industry Foundation Classes). Kansainvälinen, ohjelmistokehittäjistä riippumaton tiedostonsiirtoformaatti, joka mahdollistaa eri tietomallisovelluksilla tuotettujen tietomallien yhdistämisen yhteismalliksi.

IPD (Integrated Project Delivery) Projekti-integraatio. Yhdysvalloissa kehitetty projektin toteutustapa, jonka pyrkimyksenä on edistää osapuolten välistä yhteistyötä käyttämällä tietomallia työympäristönä, sekä yhteisiin voittoihin ja riskeihin perustuva ansaintamallia.

BIMsight Rakennesuunnitteluohjelmistoihin erikoistuneen Tekla Oy:n kehittämä ilmainen katseluohjelmisto IFC-, DGN-, DWG- tai XML-formaatissa olevien tietomallien tarkastelemiseen eri päätelaitteilla.

Tekla Structures Rakennuksen tietomallinnus (BIM) -ohjelmisto, jolla voi luoda ja hallita tarkasti detaljoituja, rakentamisen prosesseja tukevia kolmi- ja neliulotteisia rakennemalleja. Tekla-mallia voi hyödyntää rakennusprosessin kaikissa vaiheissa luonnossuunnittelusta valmistukseen, pystytykseen ja rakentamisen hallintaan.

Törmäystarkastelu (Collision detection) on yhdistelmämallin avulla tehtävä tarkistustoiminto, jossa CAD-ohjelman avulla lasketaan automaattisesti eri suunnitelmien geometriset päällekkäisyydet. Törmäystarkastelun avulla saadaan esille eri suunnittelualojen suunnitelmien ristiriitaisuudet. UBL (Universal Business Language) on kansainvälisen Oasis-organisaation kehittämä

XML-pohjainen esitystapa esimerkiksi kauppatahtuman asiakirjojen elektroniseen tiedonsiirtoon.

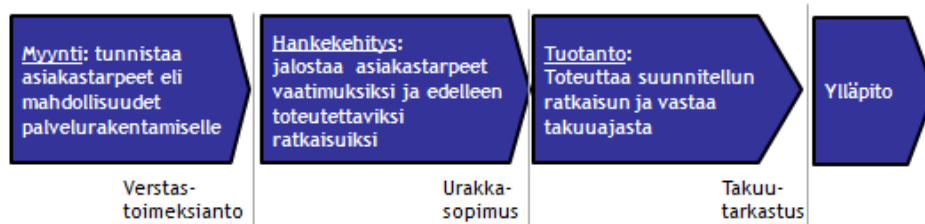
- Yhteismalli Tietomalli rakennuksesta, johon on yhdistetty eri suunnittelu-alojen tietomallisovelluksilla tuotetut tietomallit, kuten arkkitehti, rakenne- ja LVISA-mallit, yhdeksi tietomalliksi
- 4D 4D-mallinnus tarkoittaa rakennuksen kolmiulotteista tietomallia (3D), jossa tietomallin objekteilla on kolmen dimensionsa lisäksi neljäntenä ulottuvuutena aika. 4D-tietomallilla voidaan siis visualisoida rakentamisprosessia ajan funktiona.
- FISE Pätevien toimijoiden rekisteri. FISE toteaa lakiin ja täydentäviin rakentamismääräyksiin perustuvia suunnittelijoiden ja työnjohdon pätevyyskriteerejä. Lisäksi järjestelmään on otettu mukaan myös markkinalähtöistä, vapaaehtoista, rakennus- ja kiinteistöalan asiantuntijapätevyyskriteerit

3 Firan palvelurakentaminen

Firan kasvustrategia perustuu yrityksen muuntamiseen rakennusliikkeestä palveluyritykseksi, jonka toimintaa ohjaajana peruspilarina on asiakkaalle luotavan arvon maksimointi. Firan palvelumalli perustuu arvon yhdessä luomiseen (value co-creation) palvelurakentamisen konseptilla, joka perustuu nykyaikaisen palveluteollisuuden toimintatapojen ja menetelmien tuomiselle rakennusalaan.

Palvelurakentaminen on vaihtoehtoinen toimintatapa rakennusalaalla vallalla oleville urakointimuodoille, jotka pyrkivät pilkkomaan rakentamisen osiin, joille sitten haetaan halvimman hinnan tarjoava toteuttaja. Firan kehityksen kannalta palvelurakentamisen konseptiin siirtyminen on muuttanut yritystä merkittävästi, koska perinteisen insinöörirakentamisen tilalle on kehitetty uusia toimintoja, kuten myynti ja hankekehitys.

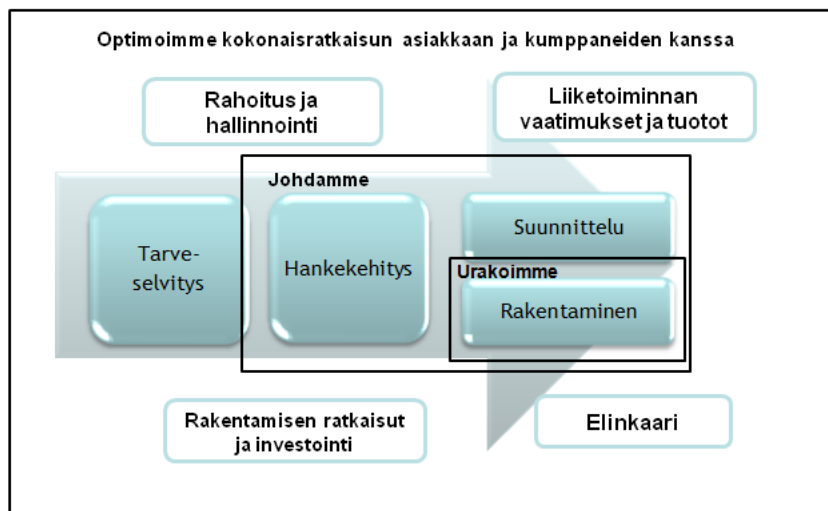
Firan pääprosessit ja näiden vastuut on esitetty kuvassa 1. Firan kaikki pääprosessit hyödyntävät tietomallinnusta.



Kuva 1 Palvelurakentamisen pääprosessit Firalla ovat myynti, hankekehitys ja tuotanto. Ylläpitovaihe on asiakkaan prosessi, jonka tarpeisiin Fira luovuttaa asiakkaalle rakennuksen tietomallin.

Palvelurakentaminen on rakennushankkeeseen ryhtyvän kokonaisvaltaista ja hyvää asiakaspalvelua. Fira on kehittänyt Firan Nelikentän™, jonka avulla asiakkaan hanketta voidaan tarkastella 1) omistamisen ja hallinnoinnin, 2) liiketoiminnan tuottovaatimusten ja rakennuksen avulla toteutuvien tuotto-

jen, 3) liiketoiminnan vaatimusten mukaisten ratkaisujen ja investoinnin sekä 4) elinkaarikustannusten näkökulmasta. Firan Nelikenttä on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2 Firan palvelurakentamisen konseptissa käytetty Firan Nelikenttä™ on kokonaisvaltainen tarkastelutapa asiakkaan hankkeen käynnistämiseksi

Palvelurakentamisen hankekehitysvaiheessa määritetään Firan Verstaamalla käyttäen asiakkaan liiketoiminnan vaatimukset ja tuotetaan niitä vastaavat rakennustekniset vaatimukset, jotta suunnittelutyö pystytään toteuttamaan. Suunnittelutyön tavoitteena on löytää asiakkaan liiketoiminnasta johdettuja rakennusteknisiä vaatimuksia parhaiten vastaavat rakennustekniset ratkaisut. Tekniset ratkaisut työstetään tietomallinnuksen avulla ja mallinnetaan paras kokonaisratkaisu asiakastarpeen täyttämiseksi.

Palvelurakentaminen vaatii uutena toimintatapana uutta ajattelua ja uusia työkaluja:

- Firan Versta on keskeinen hankeympäristön vaatimushallinnan ja ratkaisukehityksen vuorovaikutteinen prosessi
- Firan Nelikenttä toimii asiakkaan liiketoiminnan mallintamisen työkaluna tarjoten kattavat näkökulmat asiakkaan hankkeeseen

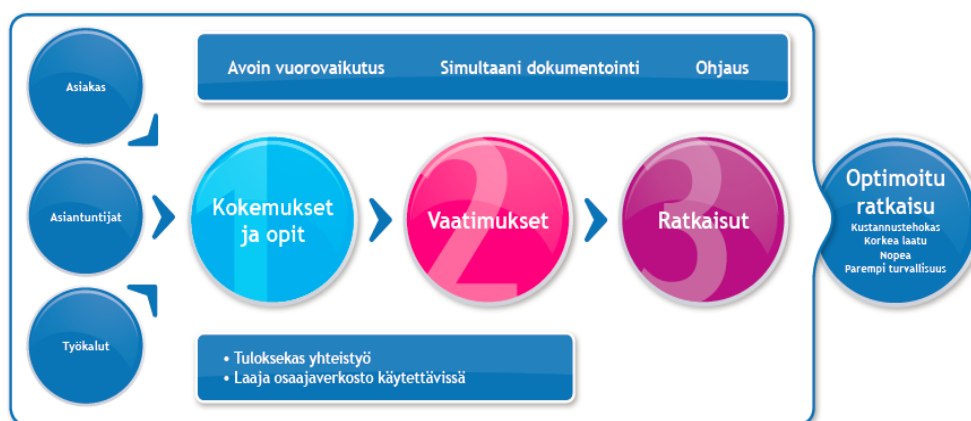
- tietomallinnuksen hyödyntäminen osana palvelurakentamisen prosessia heti hankkeen alkuvaiheessa mahdollistaa tiedonhallinnan sekä tiedolla johtamisen

Palvelurakentamisen tavoitteena on tuottaa asiakkaalle juuri oikeanlainen asiakkaan tarpeet täyttävä rakennus, kustannustehokkaasti ja mahdollisimman nopeassa aikataulussa.

Palvelurakentamisen konseptin kulmakivenä on Verstas-prosessi, jonka Fira on kehittänyt rakentamishankkeen ratkaisujen kehityksen ja muutoksenhallinnan työkaluksi. Verstas perustuu teolliseen prosessiin, jossa kerätään ensin yhteinen dokumentoitu tietopohja ja luodaan projektille yhteinen kieli sekä käsitteistö. Samalla osallistuvien henkilöiden välille muodostuu luottamus, joka on välttämätön tehokkaan vuorovaikutuksen aikaansaamiseksi.

Verstaan seuraavassa vaiheessa kerätään ja priorisoidaan asiakkaan vaatimukset, joista muodostetaan vaatimuskartta. Tunnettujen vaatimusten avulla pystytään tehokkaasti rajaamaan potentiaalinen ratkaisukenttä, jonka avulla kehitetään vaatimuksia parhaiten vastaava ratkaisu.

Firan Verstas-prosessi on esitetty kuvassa 3. Firan Verstas-mallissa oleellisena osana on oikean osaamisen tunnistaminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja asiantuntijoiden kytkeminen Verstaaseen tuottamaan arvoa asiakkaalle.



Kuva 3 Firan Verstaas-prosessi koostuu kolmesta päävaiheesta.

Firan liiketoimintamallin näkökulmasta Fira on pystynyt kasvattamaan palvelurakentamisen konseptin avulla Firan osuutta rakentamisen arvoketjussa

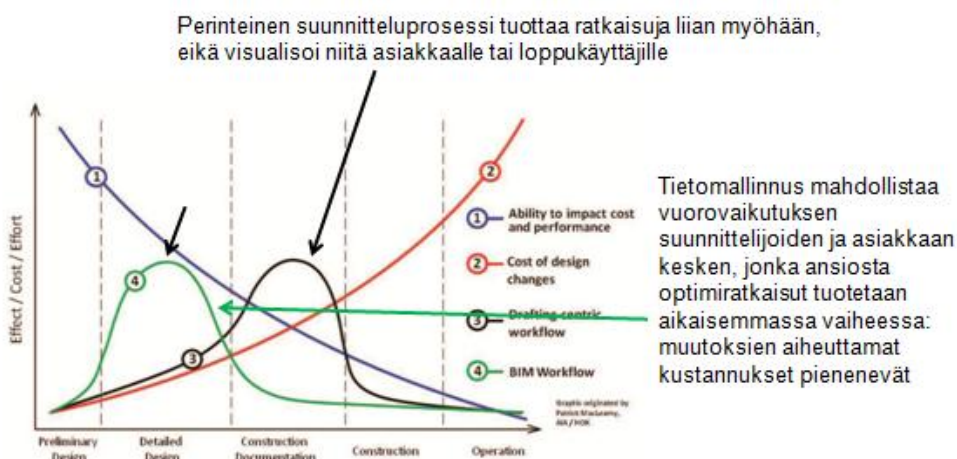
perinteisestä insinöörirakentajasta kokonaispalvelua tarjoavaksi toimijaksi. Fira eroaa tarjonnallaan markkinassa muista toimijoista, koska Fira pystyy yhdistämään tuotanto- ja laskentaosaamisen virtuaalirakentamiseen ja tuottamaan asiakkaalle hankekehitysvaiheessa hinnan, johon Fira sitoutuu.

Liiketoiminnan kasvun näkökulmasta Firan Verstas-liiketoiminnasta on kasvanut kolmessa vuodessa oma liiketoiminta-alue. Palvelurakentamisen osuus Firan toiminnasta on jo yli puolet liikevaihdolla mitattuna.

4 Mallinnuksen merkitys palvelurakentamisessa

Rakennettavan kohteen tietomalli on keskeinen työkalu palvelurakentamisen prosessin kaikissa vaiheissa. Tietomallinnusta käytetään projektinhallinnan välineenä ja suunnitteluympäristönä. Fira käyttää rakennesuunnittelussa ja projektin ohjauksessa Tekla Structures-ohjelmistoa ja katseluohjelmistona BIMsight-ohjelmistoa.

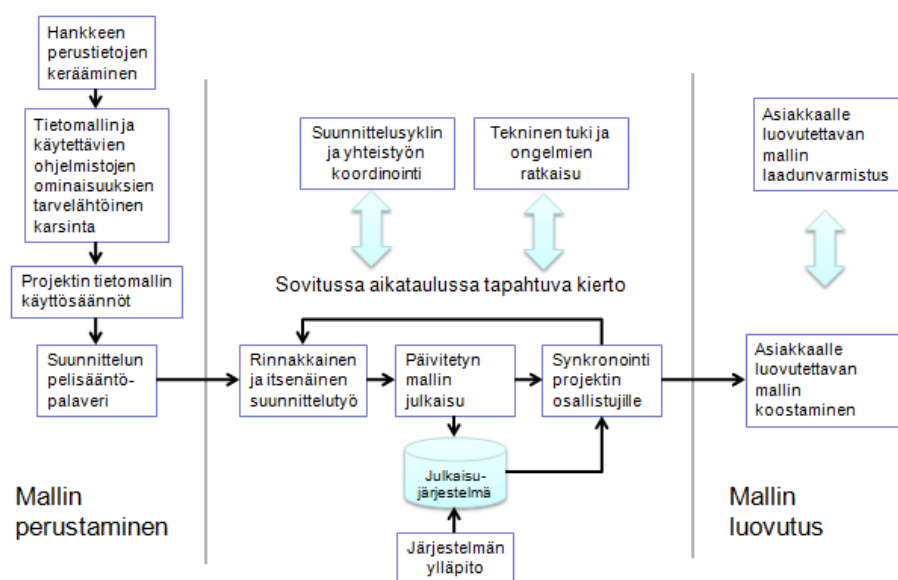
Fira simuloi eri toteutusvaihtoehtojen vaatimien investointien yhdistämällä mallinnukseen määrä- ja kustannuslaskentaan. Tilaajan kanssa käydään mallista läpi mitä toiveita heillä on ja sen avulla pystytään nopeasti esittämään vaihtoehdot visuaalisesti kustannuksiin. 3D-tietomalli mahdollistaa ratkaisujen havainnollistamisen tilaajalle, sekä nopean reagointikyvyn tilaajan haluamiin muutoksiin. Tietomallinnuksen käyttö tehostaa tutkimusten mukaan merkittävästi rakennushankkeen toteutusta, kuten kuvassa 4 on esitetty.



Kuva 4 Tietomallinnuksen käyttäminen tehostaa rakennushankkeen läpivientä, koska se nopeuttaa suunnittelua ja mahdollistaa suunnitelmien ristiriitojen havaitsemisen perinteistä toimintatapaa merkittävästi aikaisemmassa vaiheessa.

Fira on ottanut tietomallinnuksen käyttöön palvelurakentamisen konseptissaan ja yhdistänyt siihen reaaliaikaisen määrä- ja kustannuslaskennan. Tämä nopeuttaa edelleen asiakkaalle kehitettävien ratkaisujen tuottamista ja oikeiden ratkaisujen valintaa, koska tietomallinnus tuottaa samalla myös kustannustiedon.

Nykyaikainen hankekehitys ja toteutus edellyttävät hankkeen läpimenoajan merkittävää lyhentämistä verrattuna aikaisempiin toteutusmalleihin. Tämän seurauksena suunnittelu ja toteutus limittyvät. Fira käyttää tietomallia suunnittelunohjauksen työkaluna kuvassa 5 esitetyllä tavalla. Suunnittelun johtamisen tavoitteena on varmistaa suunnitelmien oikea-aikaisuus tuotannon näkökulmasta.



Kuva 5 Firan käyttämä tietomallin hallintamalli

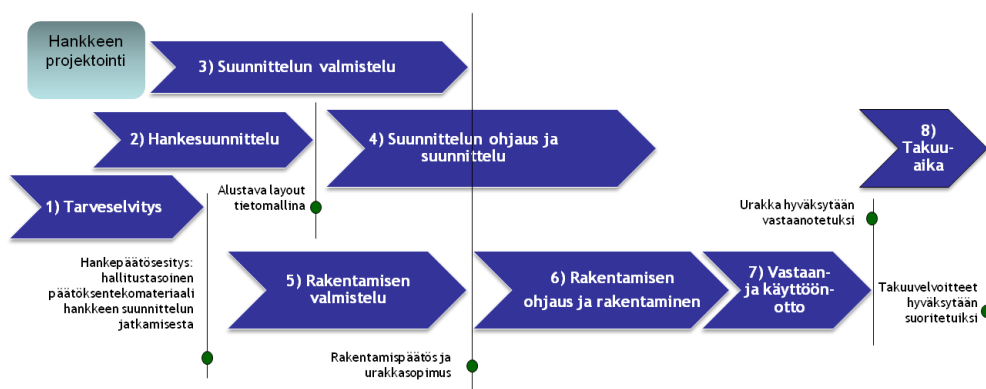
Tarvesuunnittelu määrittää asiakkaan liiketoiminnan vaatimukset käyttäen Firan Verstasta ja Nelikenttää suhteessa aiottuun kohteeseen ja tuottaa alustavan tuotto- ja kustannusraamin kohteelle

4.1 Tietomallin käyttö hankkeen eri vaiheissa

Firan kehittämässä Palvelurakentamisen toimintatavassa tietomallin käyttö on tuotu kiinteäksi osaksi koko hankekehitys- ja toteutusprosessia. Fira käyttää RAP95-mukaista etenemistapaa hankkeen läpiviennissä, jossa hankkeen eri vaiheet on kuvattu RAP95 mukaisesti kuvassa 6.

Tietomallia hyödynnetään jatkuvasti hankkeen eri vaiheissa, alkaen ehdotussuunnittelusta. Firan kehittämässä toimintatavassa Fira tuottaa asiakkaalle kustannustietoa eri vaihtoehtoista hyvin nopeasti ja tietomallia käytetään tässä vaiheessa eri vaihtoehtojen vertailuun sekä ratkaisujen visualisointiin asiakkaalle. Nopeus perustuu Firan toteuttamaan tietomallin ja määrälaskennan ohjelmistojen integraatioon.

Hankesuunnitteluvaiheessa Fira mallintaa tilojen alustavan jaon ja niiden yhteydet toisiinsa, tontin käytön sekä tekniset vaatimukset asiakkaan liiketoiminnan perusteella. Toteutussuunnittelussa mallia käytetään lopullisten suunnitelmien tekemiseen sekä tuotannon toteutussuunnitteluun.



Kuva 6 Hankkeen vaiheet RAP 95:n mukaisesti jäsenettynä

Fira valitsee suunnittelijat sekä määrittää ennen suunnittelun aloitusta suunnittelun tavoitteet, organisoinnin ja vaatimukset suunnittelulle sekä mallinhallinnalle. Fira ottaa eri alojen suunnittelijoita hanketyypistä riippuen tarpeen mukaan hankkeeseen ja kytkee hyvän rakennettavuuden varmistamiseksi jo suunnittelun alkuvaiheessa mukaan rakentajat omasta organisaatiostaan. Tuotannon näkemys saadaan suunnitteluun jo alkuvaiheessa.

Suunnittelun ohjaukseen valitaan henkilö, joka vastaa, että suunnitteluratkaisut tehdään oikeassa järjestyksessä ja rakentamisen suunnittelu sekä toteutus ovat mahdollista tehdä, vaikka suunnittelu ja toteutus etenevät osin samanaikaisesti. Suunnittelun ohjaaja vie suunnittelua eteenpäin siten, että rakentamisen aloittaminen on mahdollista ja rakentaminen on häiriötöntä. Suunnittelun ohjaaja vastaa

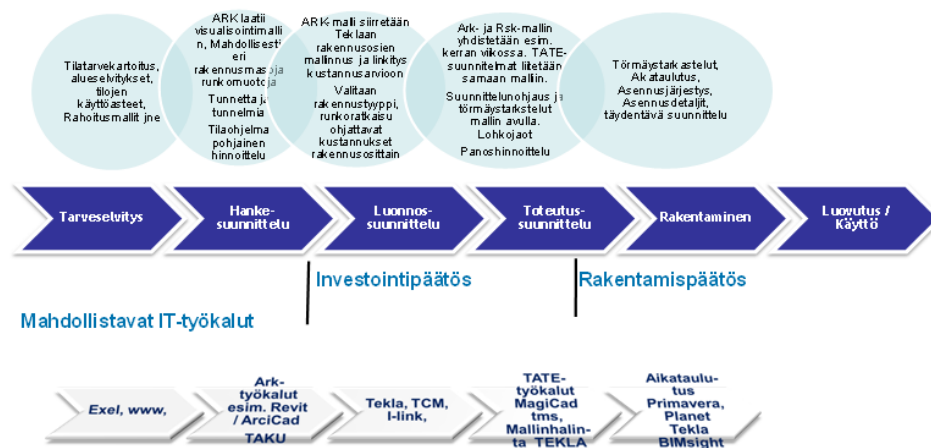
suunnittelukokouksien pitämisestä sekä suunnitteluaikeita ohjaamisesta. Suunnittelu täydentää tarketietojen perusteella tietomallin as build-tasoisiksi.

Rakentamisen valmistelussa valitaan hankkeen toteutusmalli ja valmistellaan sopimus asiakkaan tavoitteiden mukaisesti sekä sovitaan tilaajan erillishankinnoista. Suunnittelun ohjaaja vastaa suunnitelmien tarkastamisesta ja huolehtii tarvittaessa korjausvaatimusten esittämisestä hyvän rakennettavuuden varmistamiseksi.

Tuotanto-organisaatio toteuttaa rakentamisen suunnitelmien mukaisesti, tuottaa tiedot tarkepiirustuksia varten ja vastaa kohteen rakentamisesta, käyttöönotosta sekä käyttöönottodokumentaatiosta. Kohteen valmistuttua, käyttöönoton jälkeen järjestetään palautepalaverit asiakkaan kanssa.

Kohteen takuuajana pidetään takuutarkastukset ja palautepalaverit, huolehditaan yhteydenpidosta asiakkaaseen takuuajana sekä mahdollisten puutteiden korjaamisesta ennen takuutarkastusta

Palvelurakentamisen konsepti pidentää merkittävästi Firan osuutta rakentamisen arvoketjussa, jonka seurauksena Fira kehittää jatkuvasti sekä prosesseja että IT-työkaluja. Mallinnuksen käyttäminen edellyttää Firan henkilöstöltä useiden eri ohjelmistojen käyttöosaamista eri vaiheissa hankekehitys- ja toteutusprosessia. Tällä hetkellä käytössä olevat ohjelmistot on havainnollistettu kuvassa 7 hankekehityksen eri vaiheiden mukaan järjestettynä.



Kuva 7 Hankkeen vaiheet sekä eri vaiheissa Firan käyttämät IT-työkalut ja käytetyt tietomallit

4.2 Hankekehitysvaiheen tehostaminen tietomallin avulla

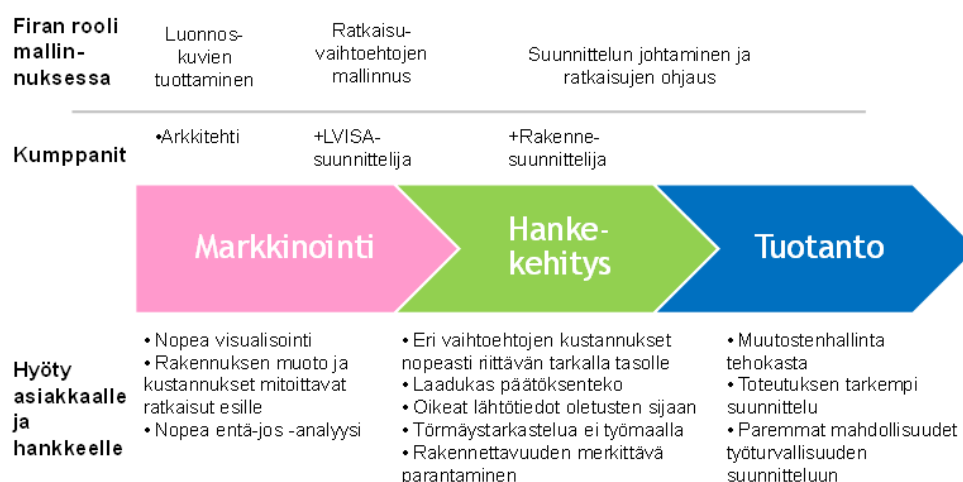
Fira on yhdistänyt tietomalliin määrän ja kustannuslaskennan reaaliaikaisesti integroimalla suunnitteluohjelmiston määrälaskentaohjelmistoon. Tämän ansiosta eri vaihtoehtojen kustannusten selvittäminen onnistuu mallin avulla huomattavasti nopeammin kuin perinteisellä tavalla, jossa määrät lasketaan käsin piirustuksista. Esisuunnitteluvaiheessa pystytään nopeasti ottamaan kantaa vaihtoehtojen kustannuksiin ja tilaajalle luodaan mahdollisuus tehdä päätöksiä toteutusvaihtoehtojen välillä kustannustietojen perusteella sekä visualisoimaan eri vaihtoehtojen vaikutuksia asiakkaalle 3D-mallina.

Firan pääprosessien näkökulmasta tietomallinnuksen käyttö on laajentunut myyntiin saakka. Käytännössä Fira tekee asiakkaalle myyntivaiheessa visualisointimallin, jonka avulla Fira pystyy tuottamaan asiakkaalle investointilaskelman ja sitoutumaan jo hankkeen alkuvaiheessa toteuttamaan hankkeen tämän laskelman mukaisesti.

Asiakas saa tietomallipohjaisen kustannuslaskennan ansiosta ymmärryksen rakennuksen toiminnallisesta muodosta, investoinnin suuruudesta sekä hankkeeseen liittyvistä riskeistä. Fira pystyy tuottamaan Verstaan avulla asiakkaalle hallitustasoisien päätöksentekomateriaalin, jotta asiakas voi edetä hankekehitysvaiheeseen.

Hankekehitysvaiheessa tietomallin käyttö mahdollistaa eri suunnitteluratkaisujen tarkemman suunnittelun, hintatiedon tarkentamisen sekä vaihtoehtoisten ratkaisujen nopean vertailun yhteistyössä asiakkaan ja suunnittelijoiden kesken. Keskeinen ero perinteiseen hankekehitykseen sekä 2D-pohjaiseen suunnitteluun on tietojen oikeellisuus ja reaaliaikaisuus, joten päätöksenteko on tietomallipohjaisessa hankekehityksessä perinteistä laadukkaampaa.

Hankekehitysvaihe mahdollistaa myös eri suunnittelualojen tietojen tarkastamisen yhdistelmämallia käyttämällä, joten suunnitteluvirheitä pystytään olennaisesti vähentämään.. Tuotannon näkökulmasta tietomallipohjainen suunnittelu mahdollistaa paremman rakennettavuuden, koska rakentamisen osaaminen voidaan tuoda osaksi hankekehitysvaihetta, kuten kuvassa 8 on esitetty.



Kuva 8 Mallinnuksen käytön hyödyt asiakkaalle hankekehityksen eri vaiheissa

Tietomallipohjainen visualisointi ja reaaliaikainen hintatiedon tuottaminen sekä tuotantomallin käyttö edellyttävät useiden eri suunnitteluohjelmistojen integrointia määrä- ja kustannuslaskentaohjelmistoihin.

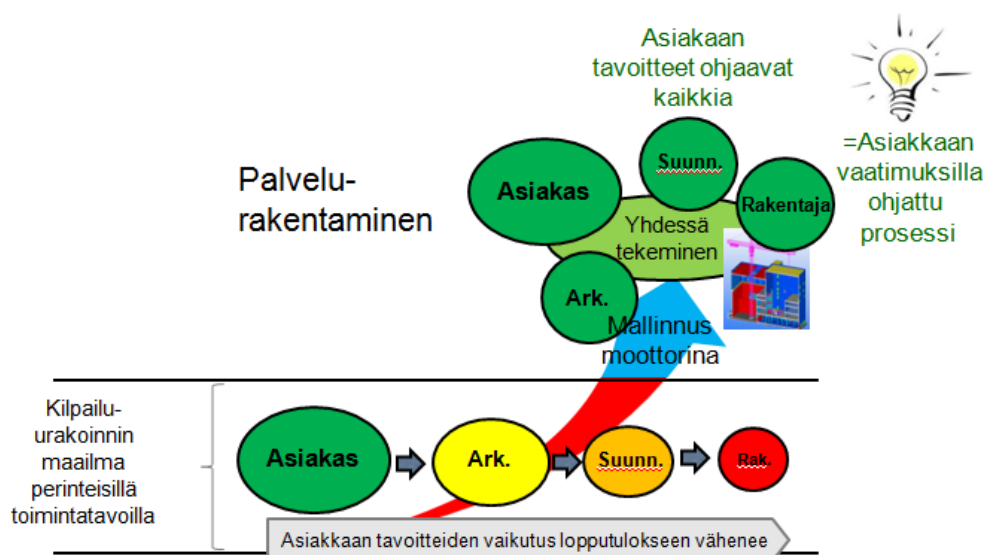
4.3 Tietomallipohjaisen määrälaskennan käyttö ja tekninen toteutus

Tietomallipohjainen määrälaskenta on edistyksellinen työkalu, koska se mahdollistaa suunnittelun pysymisen määritetyssä kustannusraamissa suunnittelualoittain. Perinteistä suunnittelutapaa käytettäessä kustannuksiin vaikuttavat päätökset tehdään jo alkuvaiheessa vajavaisin tiedoin. Mallinnuksen käyttö parantaa päätöksentekoon käy-

tettävää informaatiota ja mahdollistaa hankkeen viemisen eteenpäin kustannusten kannalta oikeaan suuntaan.

Mallinnuksen avulla eri vaihtoehtojen toiminnalliset ja kustannusvaikutukset ovat nopeasti esitettävissä asiakkaalle ja päätöksentekoon tarvittavat tiedot on mahdollista visualisoida tilaajalle. Palvelurakentamisessa mallinnuksen avulla saadaan tilaajalle oikeellista tietoa kustannuksista suunnittelun näkökulmasta optimaalisessa vaiheessa, jolloin asiakas voi vaikuttaa suunnitelmiin.

Perinteisessä kilpailu-urakoinnissa ratkaisut on jo käytännössä tehty ja vaihtoehtojen selvittely on myöhäistä. Kuvassa 9 on esitetty mallinnuksen merkitystä palvelurakentamisen ja kilpailu-urakoinnin välillä



Kuva 9 Asiakkaan vaatimuksiin perustuvan ohjaus sekä vuorovaikutus luovat palvelurakentamisen arvoeron verrattuna perinteisiin urakointimalleihin ja alan toimintatavoihin.

Mallin sisältämä tieto siirretään Tocomannin (TCM) kustannuslaskentaohjelmaan kytkemällä TCM-laskentaohjelma iLinkin avulla Tekla-mallinnusohjelmistoon. Muutosten kustannusvaikutuksen selvitys tilaajalle onnistuu todella nopeasti ja hintatieto tulee käytännössä samalla kun mallia muutetaan.

Hankkeeseen tulee mukaan seuraavassa vaiheessa mukaan rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijat, joiden käyttöön arkkitehtimalli luovute-

taan. Arkkitehtisuunnittelussa on tietomallintamiseen käytetty esimerkiksi Autodeskin Revit:ia ja Graphisoftin ArchiCAD:ia. Talotekniikan tietomallinnustyökaluna on käytetty Autodeskin MagiCAD. Arkkitehti-,talotekniikka- ja rakennetietomalleista on saatu tuotettua IFC-muotoisia tiedostoja ja yhdistämällä nämä mallit esimerkiksi Tekla BIMsight-ohjelmassa, voidaan suorittaa törmäystarkasteluja ja visualisointeja asiakkaalle.

5 Tutkimuskysymykset

Fira Oy käyttää mallinnusta keskeisenä osana palvelurakentamisen prosessissa. Fira mallintaa kaikki palvelurakentamisen kohteet, mutta haasteena on mallin hyödyntäminen nykyistä huomattavasti tehokkaammin työmaalla. Tämän työn tavoitteena on selvittää mitä mahdollisuuksia ja vaatimuksia mallinnuksen käyttö tuo suunnitteluun ja työmaan johtamiseen, jotta Fira voi siirtyä mallipohjaiseen toteutuksen suunnitteluun ja työmaan johtamiseen.

Tässä työssä selvitetään tietomallinnuksen hyödyt, mahdollisuudet ja haitat työmaan näkökulmasta. Samalla selvitetään mallin käyttämisen vaatimukset työmaalle. Työn aikana pyritään tunnistamaan mallinnuksen käytön esteitä työmaalla ja etsimään niihin ratkaisut.

Työn avulla Fira pystyy tehostamaan merkittävästi tietomallinnuksen hyötykäyttöä työmaalla. Työssä esimerkkinä on käytetty Lahden sairaalaparkki-työmaata (Case Lahti)

Fira on asettanut työlle seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Missä yhteydessä tietomallia voidaan käyttää työmaalla eli mitkä ovat tietomalliin liittyvät käyttötapaukset
2. Mitä hyötyjä mallinnuksesta saadaan eri käyttötapauksissa työmaan näkökulmasta ja mikä on tarvittava panos?
3. Mitkä osaamis- ja koulutusvaatimukset tietomallin käyttö asettaa henkilökunnalle?
4. Millainen organisaatio tarvitaan mallintamalla tehdyn suunnittelun hallitsemiseen?
5. Mitä henkilöresursseja tarvitaan työmaalle mallinnuksen hyödyntämiseksi toteutusvaiheessa?

Tutkimuskysymyksistä käytötapaukset (K1) on selvitetty luvussa 7, mallin-
nuksen hyödyt (K2) luvussa 8 ja organisaatio, henkilöressit sekä osaa-
mis- ja koulutusvaatimukset (K3-5) luvussa 9.

6 Tietomallinnuksen haasteet Firan nykyisellä toimintatavalla

Firassa ja alalla yleisestikin nykyisenä toimintatapana on tietomallin käyttö lähinnä suunnittelijoiden työkaluna. Työmaahenkilöstöä ei ole koulutettu tietomallin käyttämiseen. Parhaimmillaan mallin käytöstä on järjestetty satunnaisia koulutuksia ja tietomalli on käytössä vain osalla työmaista.

Tarkasteltaessa esimerkiksi BIM-kilpailuihin osallistuvia töitä, on huomattava osa mallinnetuista kohteista omaperustaisia hankkeita. Tämän seurauksena työmaatoimintojen vaatimukset on otettu huomioon tietomallin käytössä ja tietomallia pystytään soveltamaan tuotannossa jopa työsuojelussa.

Hankkeissa, joissa toistuvuus on vähäistä ja organisaatio kootaan hankekohdaisesti, on mallinnuksen hyötykäyttö huomattavasti omaperustaisia hankkeita heikompaa. Erityisen vähäistä mallinnus on kilpailu-urakoinnilla toteutettavissa kohteissa.

6.1 Tietomallin käytön haasteet suunnittelun näkökulmasta

Fira toiminta eroaa perinteisestä rakennusliikkeestä. Firan organisaatioon kuuluu suunnitteluosasto, joka hallitsee tietomalliperusteisen suunnittelun ja suunnittelunohjauksen. Firan toiminnassa oikeiden toteutusratkaisujen kehittäminen alkaa luonnossuunnitteluvaiheessa tuotantohenkilöstön ja organisaatioon kuuluvien omien suunnittelijoiden yhteistyöllä. Toteutetuissa hankkeissa on havaittu seuraavia malliin liittyviä ongelmia:

- mallista on esiintynyt rinnakkaisia versioita ja tehtyä työtä on menetetty väärää mallia käytettäessä. On sovittava tarkasti projektipankin paikat mihin tallennetaan ja noudatettava saatuja ohjeita
- sisäänluku tai tietojen päivitys ei ole onnistunut tai aiheuttaa jatkuvasti ylimääräistä työtä

- ohjelmistotoimittajat ilmoittavat ohjelmistoversioiden yhteensopimattomuudesta tai tunnetuista vioista vasta ongelmien ilmetessä
- ohjelmistot eivät ole vielä kypsiä eivätkä rajapinnat kehittyneitä. Kehitys on siis nopeaa ja yhteensopivuusongelmia luvassa jatkuvasti.
- mallien koot pyrkivät kasvamaan liian suuriksi.

Suunnittelunohjauksesta vastaa siihen nimetty henkilö Fira Oy:n organisaatiosta ja hän toimii suunnitteluratkaisujen ohjaajana. Suunnittelunohjauksen näkökulmasta Fira Oy:n ei ole tarkoituksenmukaista ylläpitää itsellään eri ohjelmistojen tietoteknistä osaamista, vaan se ostetaan hankkeisiin palveluna tietomallikoordinaattorilta, joka on tietomallien asiantuntijaja ja toimii suunnittelun ohjauksen apuvälineenä. Tämä toimenpide ei kuitenkaan ole ratkaissut työmaan näkökulmasta tietomallin käyttöön liittyviä ongelmia.

6.2 Tietomallinnuksen käytön haasteet tuotannon näkökulmasta

Firan työmaahenkilöstön näkökulmasta Firan toimintajärjestelmässä ei ole kuvattuna tietomallin käyttöä työmaalla. Mallin käyttöä ei ole myöskään ohjeistettu ja kokonaisuutena on määrittelemättä, mitä mallista on tarkoitus työmaalla hyödyntää ja mitä osaamista tai koulutusta se vaatisi.

Tietomallia on onnistuneesti käytetty Firalla useissa hankkeissa, mutta tietomallin käyttöönotto on kohdannut osalla työmaista haasteita ja Firan työmaahenkilöstö kokee tietomallin käytön vaikeaksi osana suunnittelunohjausta, työmaan toteutussuunnittelua ja työmaan johtamista.

Esimerkkejä toistuvista vaikeuksista ovat:

- muutosten hallinta: rakennesuunnittelija on suunnitellut arkkitehdin kuvan mukaisesti ja arkkitehti muuttaa mallia se jälkeen. Muutos huomataan suunnittelun edetessä ja aiheuttaa lisätyötä työmaan näkökulmasta
- tietomallista saatavan tiedon luotettavuus: mallista otetuissa tiedossa on määrävirheitä, jonka seurauksena luottamus työmaalla malliin heikkenee.
- paperikuvien tuottaminen: mallinnetuilla työmailla kestää aikaisempaa pidempään saada paperiversio toteutussuunnitelmista esimerkik-

si alihankkijoille, joilla ei ole tarvittavaa osaamista tietomallin käyttämiseen.

- tietomallin detaljien tarkkuus: Toteutussuunnitelmia kysyttäessä vastaus suunnittelijoilta on liian usein, että se löytyy mallista. Suunnittelijat eivät tiedä minkä tasoisen tietomallin toteutus vaatii, eikä ymmärretä, että tuotannossa tarvitaan paperiversio suunnitelmista ennen töiden aloitusta. Malli toimii havainnollistavana ja visuaalisena apuna, mutta pelkillä mallinnuskuvilla ei rakenneta mitään
- tietomallin käyttö edellyttää hyviä tietoliikenneyhteyksiä sekä IT:n käyttöosaamista, joiden puute yhdessä aiheuttaa merkittäviä ongelmia tietomallin käyttöön työmaalla.
- työmaalla on liian vähän henkilöjä, jotka hallitsevat mallin käytön. Malli ei ole ollut kaikkien työntekijöiden käytettävissä puuttuvien tunnusten tai vastaavien ongelmien takia
- ohjelmat eivät toimi odotetulla tavalla tai jopa kaatuilevat
- ohjelmien ominaisuuksien käytettävyydestä on mallin käyttäjillä erilaista tietoa, jopa ristiriitaisia näkemyksiä

Nämä haasteet ja vaikeudet korostuvat tilanteessa, jossa henkilöstö on rutinoitunut toimimaan kilpailu-urakassa. Tällainen henkilöstö ei ole tottunut tilanteeseen, jossa suunnittelunohjaus on urakoitsijan vastuulla eikä suunnitelmien puutteellisuutta voi käyttää syynä työmaan viiveisiin ja kustannusten syntymiseen. Suurimmat haasteen työmaan näkökulmasta ovat asenteissa ja koulutuksen puutteessa, jonka seurauksena mallin käyttöä ei hallita päivittäisessä työssä ja eteen tulevilla käyttötilanteissa.

7 Tietomallinnuksen käyttö suunnittelussa ja työmaalla

Valmistauduttaessa Lahden työmaan käynnistykseen määritettiin, että tietomallia käytetään hankkeessa suunnittelun ohjaukseen ja suunnitteluun. Työmaan johtamisen osalta pyrittiin määrittämään toimintatapa tietomallin käyttämiseksi osana päivittäistä työmaan johtamista.

7.1 Suunnittelun ohjaus

Firan tietomallin käyttö suunnittelunohjauksessa perustuu ulkopuolisen tietomallikoordinaattorin käyttämiseen, joka osallistuu tietomallipohjaisen suunnittelun käynnistämiseen sekä hankkeenaikaiseen suunnittelun ohjaukseen tietomallin sisällön ja pelisääntöjen noudattamisen valvojana,

7.1.1 Suunnittelun aloitus

Fira nimeää suunnittelun ohjauksesta vastaavan henkilön, joka tekee suunnittelu-aikataulun yhteistyössä työmaahenkilöstön kanssa. Suunnittelunohjaaja kutsuu kokoon suunnittelun aloituspalaverin, jossa suunnittelun ohjaaja kartoittaa hankkeen mallinnuksen osalta lähtötiedot ja laatii suunnitelmiensa dokumentointiohjeen. Kunkin suunnittelualan suunnittelijoiden osalta kartoitetaan seuraavat asiat tietomallinnukseen liittyen:

- kokemus tietomallintamisesta: missä projekteissa suunnittelijat ovat käyttäneet tietomalleja, minkälaisia kokemuksia ja missä asioissa tarvitaan tukea
- yrityksen tietotekniset valmiudet: työasemien käyttöjärjestelmät, toimisto-ohjelmistot ja suunnitteluohjelmien ohjelmistoversiot
- projektihenkilöstön kokemukset tietomallien hyödyntämisestä: mihin tarkoitukseen aiemmin tehtyjä malleja on käytetty ja mitä hyötyä siitä on saatu (esim. määrälaskentaan, energia-analyysihin yms.)

- projektipankkien käyttökokemus: mitä projektipankkiohjelmiä on ollut käytössä ja mitä kokemuksia niitä on saatu
- yhdistelmämallin käyttö: Mitä kokemuksia suunnittelijalla on yhdistelmämallien käytöstä suunnittelun tukena ja mitä ohjelmistoja on käytetty yhdistelmämallien tarkasteluun

Kartoituksen perusteella suunnittelun ohjaaja tekee yhdessä tietomallikoordinaattorin kanssa päätöksen käytettävistä ohjelmistoista, ohjelmistoversioista sekä laadittua suunnitelmien dokumentointiohjeen hankkeelle

Tietomallipohjaisen suunnittelun käynnistämiseksi Firassa pidetään erillinen tietomallinnuksen aloituspalaveri. Suunnittelun ohjaaja antaa palaverin valmistelun ja koollekutsumisen tehtäväksi tietomallikoordinaattorille. Tietomallipohjaisen suunnittelun aloituspalaverin tarkoituksena on määrittää projektin aikainen yhteinen käytäntö ja aikataulu yhdistelmämallin päivittämiselle.

Tietomallikoordinaattori käy läpi projektin osapuolten kanssa eri tietotarpeet, joita osapuolilla on tietomallista saatavalle tiedolle. Tietomallikoordinaattori valmistelee asiakkaan, suunnittelun ja tuotannon vaatimusten perusteella tietomallin tietosisällön eli kysyy mitä ja minkä tasoista tietoa tuotanto haluaa saada mallista projektin aikana. Tietomallikoordinaattori arvioi eri vaatimusten aiheuttaman työmäärän ja toteutuksen järkevyyden eli vertaa suunnittelu-aikaa ja kustannuksia tietomallin avulla saavutettuun hyötyyn. Tietomallikoordinaattorilla on todella haasteellinen tehtävä ja vaatii erittäin laajan näkemyksen kaikkien suunnittelualojen työskentelystä sekä suunnitteluprosessista.

Tietomallinnuksen aloituspalaverissa tietomallikoordinaattori sopii suunnittelijoiden kanssa seuraavat asiat:

- tietomallin tietosisällön tuottaminen: kuka suunnittelijoista täydentää minkäkin tiedon milläkin toiminnolla
- palaverikäytännöt: Esimerkiksi pidetään suunnittelupalavereiden yhteydessä erillinen tietomallipalaveri, jotka pyritään pitämään aina kasvotusten, tarvittaessa sähköpostitse, videoneuvotteluilla tai Skype:n välityksellä.

- käytettävä projektipankki ja dokumenttien tallennustapa ja paikka projektipankissa, laaditaan dokumenttien tallennusohje. Tietomallit voidaan esimerkiksi tallentaa natiivi- ja ifc-muodossa projektipankkiin tietomallikoordinaattorille tarkastettavaksi 5 päivää ennen tietomallipalaveria.
- tarkistettava, että kaikkien osapuolten tunnukset ovat voimassa ja mallin tallennuspaikka on kaikilla selvillä
- tietomallien julkaisuväli: Tietomallit julkaistaan IFC-muodossa esimerkiksi jokaisen parillisen viikon keskiviikkona sellaisessa vaiheessa, kun mallit tuolloin ovat. Näillä julkaisuilla seurataan ainoastaan tietomallinnuksen etenemistä. Tietomallikoordinaattori vastaa, että kaikilta suunnittelijoilta saadaan malli tuona sovittuna päivänä
- ensimmäinen tietomallin julkaisupäivä
- origon paikka mallissa sekä käytettävä korkoasema
- lohkojako, kerroksittain ja osittain: sovittava aloitusvaiheessa mitä tietoa mallinnetaan ja mitä tietoja työmaa tarvitsee mallista, esimerkiksi määrätiedot lohkoittain.

Tietomallikoordinaattori vastaa projektin aikana, siitä että projektipankissa on aina viimeisin ja oikeellinen versio tietomallista julkaistuna. Tietomallikoordinaattoriksi valitaan projektin ulkopuolinen ja tietomallien koordinointiin erikoistunut yritys.

7.1.2 Suunnittelun ohjaus

Suunnittelua ohjataan säännöllisten ja vakiomuotoisten palaverien ja kokouksien kautta. Kokouksissa käytetään yhdistelmämallia ja käydään rajakoh-
tia läpi ja tarkastellaan, ettei tuotetuissa suunnitelmissa ole ristiriitoja.

Hankkeen alkuvaiheessa suunnittelu- ja tietomallipalavereissa vertaillaan vaihtoehtoisia ratkaisuja ja niiden kustannuksia, esimerkiksi eri julkisivu-
tyyppejä. Hankkeen edetessä suunnitelmat muuttuvat yksityiskohtaisem-
miksi, jonka seurauksena suunnittelu – ja tietomallipalaverit pureutuvat
myös detajli-asioihin. Tilaaja osallistuu kokouksiin halutessaan. Suunnittelij-
at päivittävät sovitut asia malliin seuraavaan palaveriin tai sovittuun ajan-
kohtaan mennessä. Palavereissa tehtävät päätökset hyväksytetään suunnitte-
lukokouksissa, joita pidetään esimerkiksi kerran kuukaudessa ja joissa tilaa-
ja on yleensä paikalla. Suunnittelun on voitava edetä häiriöttä ja tarvittavat

päätökset sovitaan tilaajan kanssa myös kokousväleillä esimerkiksi sähköpostitse. Työmaan alkaessa suunnittelukokoukset voidaan muuttaa osaksi työmaakokouksia, kun erillisille suunnittelukokouksille ei nähdä enää tarvetta.

Suunnittelunohjaukseen kuuluu aikataulujen valvonta, jota suunnittelun ohjaaja tekee suunnittelu-aikataulun perusteella. Ohjaaja käy aikataulutilanteen läpi suunnittelupalavereissa tarvittavine toimenpiteineen.

7.2 Työmaan johtaminen

Työmaahenkilöstö käyttää mallia työmaan johtamiseen ja hallintaan. Työnjohtajat käyvät läpi tietomallia urakoitsijapalavereissa ja työmaakokouksissa, jolloin rakentamisen kannalta ongelmalliset kohdat nähdään helposti ja ratkaisut niiden rakentamiseksi pystytään etsimään välittömästi. Mallista pystyy hahmottamaan yhdellä silmäyksellä kokonaisuuden, jonka ymmärtämiseksi tarvitaan useiden 2D-kuvien pitkälistä tutkimista.

Lisäksi työnjohto pitää omia viikkopalavereita, joihin osallistuvat myös aliurakoitsijat. Viikkopalavereissa käydään mallin avulla työvaiheita läpi ja ne pystytään aikatauluttamaan paremmin. Samalla mahdolliset työvaiheiden päällekkäisyydet nähdään etukäteen. Mallista saadaan kaikkiaan työmaan johtamiseen ja hallintaan vaikuttavat asiat helpommin ja ennen kaikkea ne havaitaan aiemmin, jolloin ehditään jotain vielä tehdäkin ongelmien ratkaisemiseksi ja työn sujuvuuden parantamiseksi.

Mallista saadaan apuja seuraaviin työmaan asioihin visuaalisuuden ansiosta:

- ristiriitojen ja virheiden havaitseminen on nopeampaa perinteisiin suunnitelmiin verrattuna
- aliurakoiden johtaminen helpottuu, koska urakoitsijoille pystytään mallin avulla esittelemään asiat havainnollisemmin kuin 2D-kuvista
- aikatauluseuranta pystytään hallitsemaan paremmin, koska mallissa voidaan seurata esim. rungon etenemistä reaaliajassa. Nähdään elementtien valmistustilanne, asennusjärjestys ja asennustilanne.
- muutosten hallinta helpottuu, koska mallista on yhdellä silmäyksellä nähtävissä esimerkiksi elementtien valmistustilanne, josta edelleen nähdään mitkä muutokset ovat vielä mahdollisia tai pystytään etsimään toinen ratkaisu, jos elementit on jo valmistettu

- geosuunnitelmien mallinnuksessa saadaan tietoa maanrakennuksen aikatauluun ja työn järkevä suunnittelu on mahdollista kun nähdään missä järjestyksessä runkoa kannattaa tehdä täyttötöyt huomioiden
- mallin avulla voidaan valita oikea ratkaisu eri valmistusmenetelmille: esimerkiksi mitkä osat kannattaa tehdä paikallavaluna ja mitkä elementteinä
- työmaahenkilöstö pystyy reaaliaikaisesti suunnitelmien valmistuttua ottamaan kantaa missä järjestyksessä työ kannattaa tehdä.
- työturvallisuussuunnittelu helpottuu, kun mallista nähdään helposti tarvittavat työnaikaiset kaiteet ja telinetarpeet
- sisustusvaiheessa urakoitsijoiden yhteensovittaminen on helpompaa, työmaan hallinta helpottuu ja saadaan urakoitsijat paremmin järjestettyä eri lohkoihin, toinen on toisensa tiellä vähemmän ja kustannussäästöjä syntyy.

Tietomallia käytetään määrä- ja kustannuslaskennassa eri vaihtoehtojen vertailemiseen sekä hankintojen tekemiseen. Raporttien ja kustannuslinkityksen ansiosta:

- kustannusten hallinta ja kustannusennusteen päivittäminen on mallin avulla nopeampaa ja toistuvien rakennusosien hinnoittelu on luotettavampaa kuin perinteisesti laskien
- saadaan tietoa tehdyn ja tekemättömän työn määrästä
- hankintoihin saadaan määrätiedot helposti
- muutosten hinnoittelu nopeaa, koska mallin rakennusosat on linkitetty laskentaohjelmaan, joka sisältää hintatiedot
- vaihtoehtojen tutkiminen kustannuksineen mahdollista, osataan valita oikeat ratkaisut
- työn ja resurssien määrä havaitaan aiemmin, jolloin asioihin vielä pystytään vaikuttamaan

Eri suunnittelualojen tietomallien yhdistäminen samaan yhdistelmä malliin mahdollistaa suunnitelmien ja erityisesti tehtyjen muutosten nopean tarkistamisen mahdollisten törmäysten ja ristiriitojen varalta. Tietomallin käyttö nopeuttaa suunnittelutiedon kierrätystä:

- tekniikan törmäystarkasteluja on mahdollista tehdä työmaalla suunnitelmien valmistuttua, jolloin työmaalla tehtävien törmäilyjen määrä vähenee
- reikäkuvat kiertävät nopeasti, koska suunnittelijat kierrättävät reikä-tiedot mallissa

7.2.1 Työmaan aikataulusuunnittelu ja seuranta

Mallia käytetään työmaan toteutussuunnittelussa, koska sieltä nähdään työvaiheiden järjestyksen etenemisjärjestys. Samalla mahdolliset töiden päällekkäisyydet saadaan paremmin poistettua ja työt saadaan etenemään paremmin oikeassa järjestyksessä. Mallista kriittiset paikat ovat paremmin nähtävissä ja niihin pystytään varautumaan ajoissa.

Mallin avulla seurataan myös toteutusaikataulua ja viiveet on paremmin havaittavissa ja niihin voidaan reagoida ajoissa. Tämä tosin edellyttää, että työmaalla on henkilö, joka osaa ja ehtii päivittämään tuotantotilanteen säännöllisesti. Työmaahenkilöstön on harkittava, onko mallipohjaisesta aikatauluseurannasta vastaavaa hyötyä huomioiden aikatauluseurannan ylläpidon vaatiman työmäärän.

Malli voidaan jakaa lohkoihin ja niiden etenemistä seurata lohkoittain. Mallin lohkoista voi valita seurattavakseen minkä osa-alueen kulloinkin tarpeelliseksi näkee. Jos työvaihe on kriittisellä polulla ja vaikuttaa koko työmaan aikatauluun, voidaan se ottaa erikseen aikatauluseurantaan, esimerkiksi matotyöt, alakatot. Kaikkia osa-alueita ei ole järkevää seurata erikseen.

Työmaan valmistumisaste voidaan päivittää malliin ja seurata työmaan etenemistä reaaliajassa. Osa elementti- ja teräsrakennetoimittajista pystyy päivittämään malliin oman valmistusasteensa tehtaalla. Mallissa voidaan tällöin esittää eri väreillä suunnittelu-, valmistus- ja asennustilanne. Aikataulu on nähtävissä reaaliajassa suoraan mallista. Tietomalli on seuraava kehitysaskel jana- ja vinoviiva-aikataulun jälkeen. Malliin saadaan tarvittaessa myös suunnitelmien ja aliurakoitsijoiden toteumatilanne.

7.2.2 Alihankinnat ja tarjoustoiminta

Mallia voidaan käyttää alihankintojen tarjouskyselyssä ja työn toteutuksessa Tarjouskyselyyn saadaan määrät ja visuaalinen malli havainnollistamaan työn määrää ja vaikeusastetta.

7.2.3 Aliurakoitsijoiden johtaminen

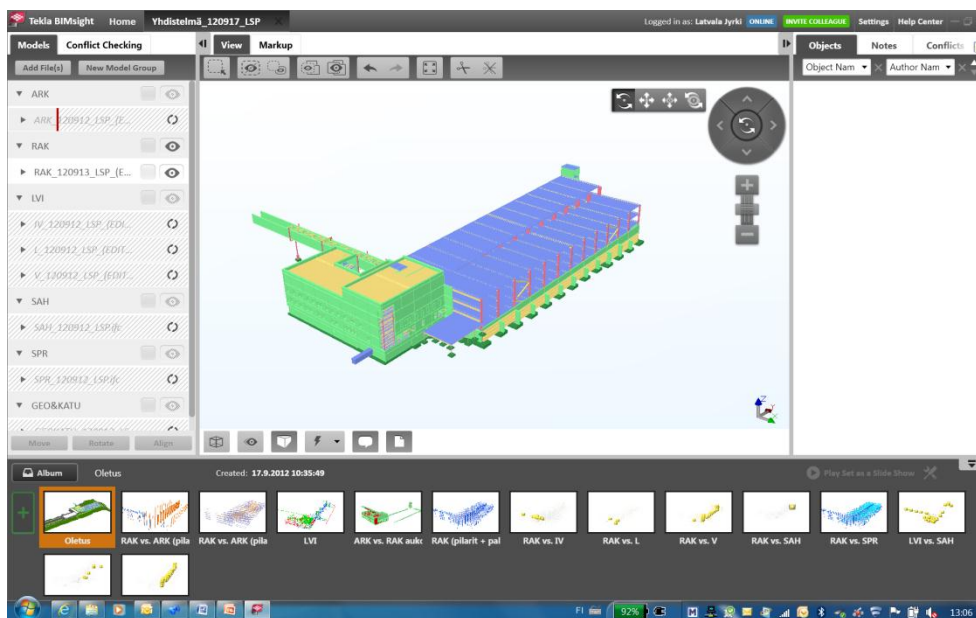
Työn toteutuksessa mallia käytetään visuaalisena apuna havainnollistamaan työjärjestystä sekä aikataulua. Mallia käytetään aliurakoitsijan aikataulun seuraamiseen ja töiden järjestelyyn eri urakoitsijoiden kesken, mallin avulla havainnoidaan ns. ”kriittisen polun”- tehtävät paremmin ja aikaisemmin ja niihin pystytään varautumaan.

Mallin avulla pystytään näyttämään aliurakoitsijoille heidän urakkansa vaikutukset muihin urakoihin ja havainnollistamaan aikataulussa pysymisen tärkeys. Voidaan selvittää alurakoitsijoille, ettei kyseessä ole vain heidän urakkansa, vaan pystytään paremmin näyttämään esimerkiksi viivästyksen aiheuttama kokonaisvaikutus. Mallin avulla voidaan työjärjestys urakoitsijoiden kesken sovitella paremmin toimivaksi, malli on työkaluna työnjohdolle aliurakoiden johtamisessa ja töiden yhteensovittamisessa.

8 Case Lahti

8.1 Yleiskuvaus kohteesta

Lahden Sairaalaparkki koostuu 5-kerroksisesta toimistorakennuksesta 3516 m² ja siihen liittyvästä 600 autopaikkaisesta pysäköintilaitoksesta 16681 m². Sairaalaparkin BIMsight mallinnuskuva on esitetty kuvassa 10



Kuva 10 Lahden sairaalaparkin tietomalli.

Lahden sairaalaparkki on KVR-kokonaisuurakkakohde, joka alkoi touko-kuussa 2012 ja valmistuu 30.8.2013.

Kohteesta oli alussa luonnossuunnitelmat, jossa pohja oli suurin piirtein lyöty lukkoon ja arkkitehdiltä oli rakennuslupatasoiset kuvat jotakuinkin valmiina, rakennesuunnitelmia ei ollut laisinkaan. Kohde päätettiin alun perin suunnitella mallintamalla ja arkkitehti oli mallintanut urakkalaskenta-vaiheessa kyseiset luonnossuunnitelmat.

Mallinnusta hyödynnettiin jo tarjousvaiheessa, jolloin Tekla-malliin mallinnettiin maankaivu, täytöt, anturat, runko, väliseinät, pintarakenteet ja julkisivut. Määrät siirrettiin TCM iLinkin avulla suoraan Tocomanin hinnoittelujärjestelmään. Kustannuksista 60% saatiin suoraan mallista. Tämän KVR-kohteen vaihtoehtojen vertailu oli helppoa ja nopeaa mallia muuttamalla, jolloin kustannukset päivittyivät automaattisesti laskelmaan. Runkourakan kilpailutus tehtiin Tekla-mallin avulla ja kaupat elementtitoimittajan kanssa tehtiin ilman perinteisiä paperipiirustuksia. Alkuvaiheessa työmaa on käyttänyt työnsuunnittelussa ja hankinnoissa mallia, paperikuvien puuttumisen vuoksi.

Kohde on elokuussa 2012 siinä vaiheessa, että toimiston anturat ja täyttötööt on tehty ja pysäköintilaitoksen anturatyöt ovat käynnissä. Toimiston elementtiasennus alkaa 20.9. Tämän tutkielman kannalta työmaa on liian alkuvaiheessa tietomallinnuksen kokemuksien kartoittamiseen, mutta työssä käydään läpi mitä oppia ja kokemusta on kertynyt tässä alkuvaiheessa.

Fira ilmoitti Lahden työmaan Tekla BIM awards 2012 –kilpailuun, johon Teklan mukaan osallistuu toimialan edustavimmat tietomallinnuskohteet Suomesta. Vuonna 2012 mukana oli myös kansainvälisiä kohteita. Lahden sairaalaparkki menestyi kilpailussa, huolimatta siitä, että suunnittelu ja työmaa oli kilpailuajankohtana vasta käynnistymisvaiheessa. Firan Lahden sairaalaparkki sai kilpailussa erikoismaininnan ja kilpailuraati perusteli kunniamaininnan antamista kommentilla: ”Haaste tilaajan tietomallivaatimuksesta otettiin tosissaan. Todellinen BIM-projekti!”.

Suunnitteluvaiheessa meneteltiin kohdassa 6.1 menettelyn mukaisesti ja sovittiin seuraavasti kokouskäytännöstä:

- Suunnittelupalaverit 4 viikon välein
- Suunnittelukokoukset 4 viikon välein
- Mallipalaveri pidettiin lisäksi suunnittelupalaverin yhteydessä

Kaikkiin palavereihin osallistuvat suunnittelijat ja tilaajan edustaja osallistuu vähintään suunnittelukokoukseen ja halutessaan myös suunnittelupalaveriin. Suunnittelukokouksissa hyväksyttiin tilaajalla suunnittelupalaverissa esillä olleet ratkaisut.

Kohteeseen valittiin ulkopuolinen tietomallikoordinaattori, joka yhdistää eri suunnittelualojen mallit yhteismalliksi ja huolehtii, että kukin suunnittelija päivittää mallin kahden viikon välein, riippumatta siitä missä vaiheessa mallin suunnittelu on sillä hetkellä. Suunnitteluvaiheessa työmaalla oli siten käytettävissä malli, joka oli päivitetty kahden viikon välein. Mallia käytiin läpi palavereissa lähinnä visuaalisesti.

8.2 Rakentamisvaihe

Rakentamisen alkaessa kokouskäytäntöön lisättiin:

- työmaakokoukset 4 viikon välein
- urakoitsijapalaverit kerran viikossa

Mallia käytettiin työmaakokouksissa visuaalisena apuna, ongelmakohtien hahmottamiseksi. Urakoitsijapalavereissa aliurakoitsijoiden kanssa käytiin mallia läpi ja hahmotettiin työmäärää, vaikeusastetta ja aikataulua. Mallia käytettiin apuna määrälaskentaan, resurssitarpeen määrittämiseen ja kriittisten kohtien havaitsemiseen ennakolta, jolloin niihin ehdittiin myös reagoida.

8.3 Hyödyt ja haitat

Koska työmaa on ollut käynnissä vasta anturavaiheen ajan hyötyjen ja haittojen analysointi jää hiukan vajavaiseksi, mutta tähän on koottu ensi kokemukset Case Lahdesta

Todennetut hyödyt

- visuaalinen esitysmuoto on havainnollistanut ja auttanut ymmärtämään monimuotoisia rakenteita
- suunnittelijat ovat huomanneet törmäyksiä ja ristiriitoja, jotka ehdittiin korjata ja välttää turhaa suunnittelutyötä
- työmaalla on ollut mahdollista tutkia monimutkaisia rakenteita 2D-kuvia selkeämmin ja määrittää työjärjestys paremmin. Työmaan henkilöstö on nähnyt aikatauluun vaikuttavat tekijät havainnollisesti
- työmaalla on saatu määrätietoja suoraan mallista aikaisempaa vattomammin
- hankinnoissa on voitu hyödyntää suoraan mallin määrätietoja raporteista, joita ei tarvitse mitata ja laskea piirustuksista

Haitat

- Suunnittelu on kestänyt entistäkin kauemmin mallintamalla. Mikäli tilaaja on tehnyt esim. huonemuutoksia, on kestänyt aivan liian kauan ennen kuin työmaalla on paperisuunnitelma asiasta. Tämän seurauksena työmaa on investoinut A0-tulostimeen, jolloin kuvat pystytään tulostamaan heti, kun ne saadaan projektipankkiin
- Tietomallinnus on aiheuttanut kulttuuriristiriidan, koska suunnittelijat olettavat, että työmaalle riittää pelkkä tuotantomalli. Todellisudessa on tarvittu kuitenkin vielä paperiversio suunnitelmista ennen työvaiheen aloitusta.
- Suunnitteluvirheitä on varmasti saatu karsittua mallin avulla, mutta toisaalta niitä on tullut lisää uuden tyyppisinä virheinä, esimerkiksi tartuntoja puuttuu anturoista
- Reikäkuvien kierto mallin avulla ei ole onnistunut, vaikka sen piti olla nopeampi kuin perinteinen paperiversiokierto.
- Suunnittelutoimistojen vähäinen kokemus mallintamisesta on aiheuttanut resurssiongelmia, koska toimistoilla on käytännössään vain yksi henkilö, joka hallitsee mallinnuksen.
- ei tiedetä mitä mallista saatavan tiedon sisältöä, tietoon luottaminen vaikeampaa, sillä on saatettu mallintaa vain jotain, jotta malli näyttää hyvältä

Todentamatta jääneet seikat:

- Lahden työmaalla ei ole pystytty tehokkaasti käyttämään törmäystarkastelua eri suunnittelualojen välillä.

9 Tulokset ja johtopäätökset

Tietomallin käyttö tehostaa työmaan toimintaa ja vie onnistuessaan työmaan toiminnan uudelle tasolle toiminnanohjauksen näkökulmasta. Tietomallin käytön lisääminen tuo esille hyötyjä ja tehostamismahdollisuuksia, joita ei vielä tunnisteta. Tuottavuuden näkökulmasta tietomallin käyttöä on lisättävä samalla kun sen käytön hyötyjä tutkitaan ja seurataan systemaattisesti. Ilman prosessia ja osaavia ihmisiä, tietomalli on vain kustannuksia ja turhia odotuksia luova teknologia.

Tietomallin käyttöönotto edellyttää investointia osaamiseen, joten on määritettävä mitä halutaan saada aikaiseksi mallin avulla ja millä resursseilla sekä millä kustannuksilla se on toteutettavissa. Tietomallin käytössä on tapauskohtaisesti selvitettävä millaisen työpanoksen käyttötapaus vaatii ja ovatko projektille saatavat hyödyt riittäviä kustannuksiin nähden. On myös selvää, että tietomallin käyttö edellyttää Firalta organisaation muuttamista. Mallin käytölle on varattava riittävät resurssit keskitetysti palveluna ja määriteltävä mitä työmaahenkilökunnan pitää osata ja koulutettava heidät siihen. Lisäksi on selvitettävä mitä ohjelmistoja tarvitaan ja millaiset käyttöoikeudet tarvitaan kullekin organisaatioon kuuluvalla.

Suunnittelunohjauksen näkökulmasta projektin organisaatioon on lisättävä normaalirakentamiseen verrattuna tietomallikoordinaattori, joka on oltava työmaan ulkopuolinen henkilö, ei pääsuunnittelija, eikä välttämättä edes Firan omaa henkilökuntaa. Tämä palvelu voidaan ostaa ulkopuoliselta palveluntarjoajalta.

Työmaatoteutuksen näkökulmasta työmaalle on nimettävä tietomallivastava, joka hallitsee mallin käytön laajemmin ja voi hakea mallista tarvittavia tietoja muulle henkilökunnalle. Työmaahenkilökunnalle täytyy määrittellä roolikohtaiset minimivaatimukset tietomalliohjelmistojen käytöstä käyttöta-

pauksien avulla, jotka voidaan kouluttaa ja jotka kaikkien täytyy työmaalla osata.

9.1 Roolipohjaiset minimivaatimukset sekä mallinkäytön osaaminen

Keskeistä minimivaatimusten määrittämisessä on luoda roolipohjainen osaamisvaatimus, joka perustuu tietomallin todelliseen hyödyntämiseen kunkin roolin vastuualueeseen liittyvissä työtehtävissä. Kaikkien ei tarvitse hallita kaikkia tietomallin käyttötapoja, vaan jokaiselle roolille määritetään osaamistaso, josta on hyötyä toistuvasti työmaatehtävissä.

Kaikkien roolien yhteisenä minimivaatimuksena on, että kukin työntekijä osaa avata mallin ja liikkua mallissa, eli osaa kääntää mallia eri tarkastelunäkökuilmista kuvaruudulla sekä osaa ottaa leikkauksen mallista ja pystyy tutkimaan haluttua detaljia mallin avulla. Työmaakohtaisesti on koulutettava pidemmälle vähintään yksi työmaahenkilökunnan jäsen, joka nimitetään tietomallivastaavaksi, yleensä käytännössä työmaainsinööri

Yhteiset minimivaatimukset kaikille rooleille

1. Mallin avaaminen
2. Mallissa liikkuminen
3. Mallin leikkaaminen

Lahden työmaan kokemusten perusteella on määritelty työmaahenkilökunnan roolit ja osaamisvastuut eli osaamisen minimivaatimukset, joiden hallitseminen on edellytyksenä mallin hyödyntämiseen työmaalla.

1. Tietomallikoordinaattori, rooli ja osaamisvastuu:
 - yhdistelmämallin luominen:
 - huolehtii, että referenssimallina käytetään sovittua mallia, Lahden tapauksessa rakennemallia (eikä esimerkiksi arkkitehtimallia)
 - varmistaa, että suunnittelutyö tehdään uusimmilla, päivitettyillä malleilla (suunnittelijoiden on turha todeta, että joku on muuttunut, jos ei ole hakenut uusinta suunnitelmaa oman työnsä pohjaksi)
 - suorittaa mallien yhdistämisen ja tarkastaa tietojen oikeellisuuden yhdistämisen jälkeen

- kertoo heti alkuvaiheessa työmaan henkilökunnalle mitä ja minkä tasoista tietoa mallista on saatavilla ja selvittää mitä tietoa tuotannossa halutaan saada mallista. Tekee selväksi että mallista saatavat tiedot on määriteltävä heti suunnittelun alussa, eikä niitä pysty suunnittelun edetessä muuttamaan
- törmäystarkastelujen tekeminen ja niiden läpikäynti palavereissa suunnittelijoiden kanssa.
 - jaottelee törmäykset ja valmistelee palaveria varten yhdistelmämallin perusteella törmäysten luokittelun (liittää törmäysilmoitukset aiheuttajaan) ja priorisoinnin, jotta palaverissa voidaan keskittyä oleelliseen.
 - törmäystarkastelut ja korjaukset täytyy tehdä yhdessä muutosten hallitsemiseksi
- reikäkuvien kierrätyksen valvonta kierrätysaikataulun mukaisesti
- kehittää mallinhallintaan tarvittavaa prosessia sekä työkaluja ja automatisoi työnkulkuja
- ylläpitää tietoja eri ohjelmistojen keskinäisestä yhteensopivuudesta versiotasolla
- kehittää ja tarjoaa hankkeille IT-palvelualustaa, jonka avulla suunnittelijat pystyvät tehokkaasti synkronoimaan mallin tiedot hankkeen aikana
- huolehtii, että mallinnuksen sujuvuus ja mallin käytettävyys on tasolla, joka määritetään palvelutason kuvaavassa SLA-sopimuksessa (Service Level Agreement)
- kerää ja ylläpitää tiedot hankkeeseen osallistuvien yritysten käyttämistä suunnitteluohjelmistoista ja versioista
- varmistaa mallien tietoteknisen yhteensopivuuden valitsemalla käytettävät tallennusformaatit ja –versiot projektissa käytettävistä ohjelmistoista käyttäjäkohtaisesti
- varmistaa mallin tietoeheyden ja tarvittavan tiedon sisällyttämisen sekä tiedon saatavuuden kaikille osapuolille tekemällä malliin ja ohjelmistojen ominaisuuksiin tarvelähtöinen karsinnan, jonka seurauksena projektin osallistujat saavat sovelluskohtaisen ohjeistuksen suunnitteluohjelmien ominaisuuksien ja tietomallin käytöstä

- laatii hankkeelle pelisäännöt, jotka hyväksytään yhdessä hankkeen käynnistysvaiheessa
- valvoo ja ohjeistaa pelisääntöjen noudattamista ja on vetovastuussa tietomallipalavereista hankkeen aikana
- suorittaa mallien yhdistämisen ja tarkistaa tietojen oikeellisuuden yhdistämisen jälkeen

2. Tietomallivastaava (työmaainsinööri), rooli ja osaamisvastuu

- vastaa tietomallin käytettävyydestä ja käytöstä työmaalla
- etäisyyksien mittaaminen mallista
- objektiryhmien tarkastelu
- näkymien luominen ja niiden tarkastelu
- työmaan aluesuunnitelman laatiminen mallin avulla
- projektin tallentaminen yhdistelmämallin käyttö: törmäysten katsominen, suunnittelualan vastuurajojen tunnistaminen
- aikataulun laadinta ja toteutuksen seuranta mallin avulla. Aikataulutiedon (4D) sisällyttäminen malliin (oltava samassa paikassa kuin määrä), yleisaikataulun siirtäminen malliin ja sen ylläpitäminen mallissa, esimerkiksi yleisaikataulun perusteella (Lahdessa elementtirakenne, tieto tulee Parman järjestelmästä).
- kustannustietojen ottaminen mallista tilanteessa, jossa suunnitelmaa muutetaan
- mallin jaottelu sovelluksena Teklan Model Organizer (Tekla Structures CM-moduulin osa)
- jaottelu lohkoittain (sijainneittain, esimerkiksi kerros): valitaan kaikki rakennusosat, jotka kuuluvat samaan lohkoon, jotta saadaan selville määrät halutussa lohkossa, auttaa suunnittelemaan esimerkiksi nostoja.
- jaottelu rakennusosittain: esimerkiksi erotellaan pilarit tai pelkät paikallavalut, jotta saadaan nopeasti määrätiedot tai tarkastuslaskentatiedot mallista. Esimerkiksi missä kaikki paikallavalut on, paljonko valettavaa on tietyssä ajassa tietylle ryhmälle?
- karkean työjärjestyksen ja tahdistavien töiden havaitseminen. Jaottelu rakennustavoittain (koskee toistaiseksi Teklan natiiviobjekteja eli rakennesuunnittelijan suunnittelemat osat. Mitä tehdään, kun kä-

sitellään pintamateriaaleja on vielä ratkaisematta. Tämä vaatii lisää resursseja ja ohjelmistoja, ei vielä lisäsatsauksen arvoinen asia)

- määrien ottaminen raporteilla (Tekla Structures CM Teklan ja Firan raporttipohjat)
- tunnettava raporttipohjat ja osattava ottaa raportti halutusta kohdasta
- custom inquiry-tool: esim. halutun rakennusosan, vaikkapa anturan määrätiedot, betonimäärä, laudoitus, paino
- raportin tulostus Exceeliin
- määrien ottaminen luotettavasti mallista, esimerkiksi alakattomäärät (alakattoja ei saa Teklasta, mutta arkkitehtimallista kyllä, esim. SimpleBIM, on harkittava kannattaako tähän tulevaisuudessa satsata, tällä hetkellä ei)

3. Vastaava mestari ja työmaamestarit, roolit ja osaamisvastuut

Tekla BIMSight ja yhdistelmämalli:

- pyörittäminen ja mallissa liikkuminen: osaa löytää tietyn kohdan
- leikkaaminen: saksitiökalun käyttö liitoksien katsomiseksi, ongelmakohtien etsimiseksi ja havaitsemiseksi (sensijaan että katsotaan monista kuvista)
- pystyy ottamaan etäisyydet BIMSightistä: esim. korkeudet, pituudet, täppä tänne ja täppä tuonne: mikä väli? Käyttäjän on tiedettävä mitä tekee. Mallissa tuhansia pisteitä, joten mittauksissa on oltava erittäin huolellinen
- kuvankaappauksen ottaminen mallista: Screenpresso asennus ja käyttöohje sekä käyttökoulutus
- tavoite, että pystyy ottamaan määriä valikoiduista kohteista. Tämä tosin tarvitsee Teklan Structuresin käytön ja tällä hetkellä tyydytään siihen, että tämän hoitaa tietomallivastaava

9.2 Tietomallinnuksen hyötykäyttö edellyttää kulttuurimuutosta

Mallinnuksen käyttöönoton onnistuminen työmaalla on paljolti kiinni henkilöstön asenteesta. Osa henkilöistä on vielä vahvasti mallivastaisia, joiden näkemyksen mukaan mallin käyttämisestä ei ole mitään hyötyä. Pikemminkin näiden henkilöiden näkemyksen mukaan tietomallinnus vain lisää turhaa työtä työmaalla. Asenteet korjautuvat aikaa myöten, kun malli otetaan käyt-

töön ja työmailla nähdään konkreettisesti mitä hyötyjä mallin käytöstä saadaan. Päinvastoin käy, jos jostain syystä mallin käyttö ei onnistu hyödyntämään ja helpottamaan työmaata.

Mallinnuksessa on sama sääntö kuin muidenkin uusien toimintatapojen käyttöönotossa: huonot uutiset ja kokemukset leviävät organisaation epävirallisessa viestinnässä vähintäänkin yhtä hyvin kuin hyvät uutiset, ellei jopa paremmin. Firassa olemme mallinnuksessa työmaiden osalta vasta alkutai-paleella ja epäonnistumisista tulee väistämättä aina huomattavasti haittaa. Kuitenkin mallinnus tulee joka tapauksessa väijäämättä olemaan keskeinen suunnittelutapa tulevaisuudessa.

Tietomallinnuksen näkökulmasta lopullisen läpimurron saaminen tulee kestämään vielä ainakin siihen saakka, että tietomallinnus saadaan osaksi tilaa-jan vaatimuksia kilpailu-urakoinnissa. Suurimmat haasteet mallinnuksessa ovat vanhentuneet toimintatavat ja sopimuskulttuuri, kokonaisuuden hallinta, sekä yhteistyö suunnittelijoiden, alihankkijoiden ja työmaahenkilöstön kesken.

Projektionnin näkökulmasta tietomallin käyttö on haastavaa, koska projektin alkuvaiheessa on pystyttävä määrittelemään mitä tietoja mallista halutaan käyttää työmaalla. Mikäli malli ja sen käyttö suunnitellaan vääristä lähtökohdista, ei työmaa hyödy tietomallin käytöstä. Toisin sanoen tietomallin sisältöä ei voida muuttaa kesken suunnitteluvaiheen, vaikka työmaan tarvitsema tietosisältö tunnistettaisiinkin kesken projektin. Rakentajien täytyy siis osallistua tietomallinnuksen aloituspalaveriin, jossa tietomallikoordinaattori pystyy valistamaan rakentajia hankekohtaisesta tietomallin tietosisällöstä sekä siitä millä kustannuksilla mitäkin tietoa voidaan sisällyttää hankkeen aikana malliin ja mitä toimenpiteitä tiedon syöttäminen eri osapuolilta vaatii.

9.3 Tietomallikoordinaattorin merkitys hankkeessa

Lahden hankkeen perusteella voidaan todeta, että tietomallin onnistuneen käytön kannalta tietomallikoordinaattorin rooli on ratkaiseva. Tietomallikoordinaattori toimii hankkeessa sekä pelisääntöjen laatijana että toiminnan ja tietomallin sisällön laadun valvojana. Tietomallikoordinaattori ratkaisee myös tekniset ja prosessin toimivuuteen liittyvät ongelmat asiakkaan hankkeen parhaaksi. Projektin kannalta tietomallinnuksen aloituspalaveri on rat-

kaisevassa asemassa, koska siinä määritetään hankkeessa käytettävä tietomallin käyttötapa. Käytännössä rakennusliikkeiden ja suunnittelutoimistojen IT-osaaminen ei riitä tietomallinnuksessa käytettävien IT-järjestelmien täysimääräiseen hyödyntämiseen ja tästä syystä kallisarvoista suunnittelu-aikaa hukataan hankkeen kannalta toisarvoisten IT-ongelmien ratkomiseen, tehotomiin työskentelytapoihin ja organisaation toimintaan liittyvien ongelmien ratkomiseen. Tietomallikoordinaattorin on oltava palveluntarjoaja, joka on erikoistunut tietomallin tietosisällön hyödyntämiseen eri suunnittelualojen CAD-ohjelmistoilla.

Tietomallikoordinaattoreita on markkinassa harvoja ja usealla suunnittelutoimistolla on virheellinen luulo, että suunnittelutoimisto olisi kykenevä toimimaan vallitsevan ohjeistuksen mukaisesti tietomallikoordinaattorina.

10 Jatkoimenpiteet

Tietomallin käytön laajentaminen edellyttää Firalta kappaleessa 9 kuvatun roolipohjaisen osaamisvaatimusten määrittämistä ja niitä vastaavan koulutusmateriaalin laatimista. Tällöin tietomalli voidaan ottaa käyttöön uusissa projekteissa ja mukaan otettava uusi henkilöstö pystyy hyödyntämään tietomallia heti projektin alusta lähtien.

Tietomallin hyötyjen saaminen tuotantovaiheessa edellyttää, että Fira ryhtyy käyttämään tietomallikoordinaattoria systemaattisesti tulevissa hankkeissa ja varmistaa, että tietomallin tietosisältö saadaan määritettyä hankkeen alkuvaiheessa tuotantoa hyödyttäväksi.

Firan on myös jatkettava tietomallin tuotantokäytön tutkimista ja tehtävä eri käyttötapauksille nykyistä tarkempi tuotos/panos-analyysi, jotta työmaahenkilöstö voi valita kussakin hankkeessa käytötavat, jotka todella hyödyttävät työmaan suunnittelua ja johtamista.

Lahden työmaan kaltaisissa kohteissa jatkoa varten tutkittavia asioita

1. runkovaiheessa tarvittavat Teklan raportit, esimerkiksi:
 - tarpeet paikallavaluun: muotti-, betonija raudoitusmäärät, seinän ylä- ja alapäänkorot.
 - elementtitunnukset, painot, yläpää- ja alapää –korot
2. raporttitarpeiden vaikutukset mallinnustapaan:
 - raporttien luominen, testaus ja läpikäynti Lahdessa
 - mallinnustavassa huomioitava myös ohjelmien mallinnustavan vaikutus, onko mahdollista saada haluttua tietoa ?
3. sisätyövaiheessa tarvittavat raportit, esimerkiksi
 - mattomäärät, alakattomäärät, väliseinät, laatoitukset (mistä tilapinnat johdetaan, esimerkiksi huonekorttien kautta)

- kalusteet ja varusteet kerroksittain: saatavissa arkkitehtimallista
 - muut hankintoihin tarvittavat tiedot
 - työmaalla materiaalien jakamiseen kerroksittain tarvittavat tiedot.
 - sopivan työkalun määrittäminen (esimerkiksi SimpleBIM ja arkkitehtimalli)
4. Ohjeistuksen laatiminen kaikista toimenpiteistä työmaahenkilöstöä varten
5. mallin hyödyntäminen kustannus seurannassa:
- mallin käyttö lisätöissä tai kustannusten karsimiseksi: esimerkiksi vaikeiden elementtien vaihtaminen paikallavaluksi, paljonko muutos maksaa?
 - vaihtoehtoisten ratkaisujen miettiminen tehokkaasti lisä- ja muutostöissä erityisesti KVR:ssä
6. miten hallita tilanne, jossa ratkaisu muuttuu ja uusi hinta pitää saada tavoitearvioon. Miten huomioidaan tehdyt kaupat ja niiden hinnat. Malli ja kuittausmenetelmä reikäkuvien kiertoon ja hyväksyntään.

Keskeistä on saada tuotettua tutkituista ja käyttöön hyväksytyistä tietomallin käyttötavoista aina ohje ja koulutus työmaahenkilöstölle. Koulutus on pysyttävä antamaan henkilöstölle käyttäen oikeaa kohdetta, oikeita esimerkkejä tai ongelmia ja todellisia käyttötapauksia

Lahden työmaa on käyttökelpoinen uusien käyttötapauksien tutkimiseen ja tuotos/panos-suhteen todentamiseen. Työmaalla täytyy jatkaa tietomallin lokikirjan täyttämistä myös runko- ja sisätyövaiheessa. Lokikirjasta täytyy ilmetä:

- mihin mallia on käytetty: kuka on tarvinnut ja mitä tietoa, miksi?
- mitä ongelmia on mallin käytössä ollut: mikä käyttötapaus kyseessä?
- kuinka paljon työtunteja mallinnuksen käyttöön kuluu käyttötapauksittain ja mitä hyötyä käyttötapauksesta on.

Lisäksi Lahden työmaalle nimetyn tietomallivastaavan on sisällytettävä lokikirjan käyttö omaksi kohdakseen suunnittelupalaveriin ja työmaan viikkopalaveriin, jotta kirjaukset saadaan varmasti talteen ja selvitettyä hankkeen aikana kunkin käyttötapauksen osalta tuotos/panos-suhde.

Firan on myös syytä tilata tietomallikoulutusmateriaalin tuottaminen rooleittain ja ohjelmistoittain ulkopuoliselta toimijalta, jotta se on mahdollisimman nopeasti käytettävissä työmaahenkilöstön koulutukseen.

Edetään askel kerrallaan, ei pyritä ratkaisemaan kaikkia asioita heti, vaan tehdään toimintasuunnitelma, jonka mukaan ratkaisuja tehdään asia kerrallaan step-by-step menetelmällä.

Tavoitteena on että Fira on maan osaavin mallinnuksen käyttäjä työmaatoiminnassa vuonna 2016. Tämän ansiosta Fira Oy työkanta kasvaa ja saadaan hankittua erityyppisiä kohteita perinteisen kilpailu-urakoinnin jatkeeksi ja tasaisuutta työn hankintaan. Fira Oy:n aikomuksena on hyödyntää mallia työmaatoiminnassa ja tehdä parempaa tulosta kuin ala keskimäärin

11 Lähdeviitteet ja kirjallisuusluettelo

1. Fira Oy <http://www.fira.fi/2>: Firan Palvelurakentaminen
<http://www.fira.fi/fi/palvelurakentaminen>
- 3 Firan Verstas-palvelu <http://www.fira.fi/fi/firan-verstas>
4. Tietomallin hallinta; kandityö, Tampereen teknillinen yliopisto; Markus Karhu; 2012
5. Tietomallin analyysit ja simulaatiot rakennushankkeessa; diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto; Miika Lemponen; 2011
6. BuildingSMART <http://en.wikipedia.org/wiki/BuildingSMART>
7. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 –julkistamistilaisuus 27.3.2012 Espoon Otaniemi.
8. YTV2012 Yleinen osuus http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinenosuus.pdf
9. BuildingSMART <http://buildingsmart.fi/8>
10. YTV2012 Projektin johtaminen http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf
11. Verkkojulkaisu; BuildingSMART Finland, Yleiset tietomallivaatimukset osa
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_12_yllapito.pdf

12. Teklan kotisivut, tuotteet
<http://www.tekla.com/FI/PRODUCTS/Pages/Default.aspx>
13. Teklan, kotisivut, Tekla BIMsight
<http://www.teklabimsight.com/getStarted.jsp>
14. Exactal CostX:n kotisivut. Tietomallipohjainen määrälaskentatyökalu
<http://www.exactal.co.uk/products/demos?name=3D-BIM-models>
15. Verkkojulkaisu; BuildingSMART Finland, Yleiset tietomallivaati-
mukset osa 7, Määrälaskenta:
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_7_maaralaskenta.pdf
16. Verkkojulkaisu; BuildingSMART Finland, Yleiset tietomallivaati-
mukset osa 13, Tietomallien hyödyntäminen rakentamises-
sa
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_13_rakentaminen.pdf
17. Tekes- suunnitelma Fira ajantasainen [Word-dokumentti]
18. Tocoman Planner esite:
<http://www.tocoman.fi/ohjelmistot/tuotteet/tcmplanner>
19. Firan sisäinen dokumentaatio/Otto Alhava, kehitysjohtaja
20. Projektityö Metropolia Ammattikoulu: Ideaaliprojekti mallinnuksen
näkökulmasta/Laura Kähkölä, Jukka Vornanen
25. Lahden työmaan mallipalaverit
26. Lahden työmaan suunnittelupalaverit
27. Lahden työmaan suunnittelukokoukset
28. Lahden työmaan työmaakokoukset
29. Lahden työmaan viikkopalaverit

30. Keskustelut:

Fira Oy: Heikki Mäenpää, tietomallivastaava.

Fira Oy: Jouko Soidinaho, vastaava mestari,

Fira Oy: Harri Isoherranen, suunnittelupäällikkö,

Fira Oy: Marko Löllö, työmaainsinööri

Fira Oy: Mika Kiviluoma, työmaainsinööri

Capisso Oy: Toni Teittinen, kehityspäällikkö,

Tampereen teknillinen yliopisto: Jarmo Laitinen, professori, rakennustekniikka

Tekla Oy: Sampo Oksama account manager

Tekla Oy: Kari Wallenius, kehityspäällikkö

31. Tekla BIM Awards 2012:

<http://www.tekla.com/fi/solutions/building-construction/sample-projects/Documents/finland2012/index-fi.html>