

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennesuunnittelu

Teemu Majander

Tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönotto rakennuttajaorganisaatiossa

Opinnäytetyö 2016

Tiivistelmä

Teemu Majander

Tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönotto rakennuttajaorganisaatiossa, 64 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelu

Opinnäytetyö 2016

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita, Saimaan ammattikorkeakoulu, rakennuttaja Ari Lattu, Imatran YH-Rakennuttaja Oy, rakennuttaja Henry Tapiola, YH-Rakennuttaja Oy.

Opinnäytetyöni aiheena oli selvittää rakennuttajaorganisaatiolle, mitä vaatimuksia, velvollisuuksia ja toimenpiteitä liittyy tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottoon. Tarkastelukohteena toimi uudisrakennus Teatteri Imatra, joka suunniteltiin perinteisin menetelmin dokumenttipohjaisesti. Tutkin, kuinka tietomallipohjainen toimintatapa olisi vaikuttanut perinteisellä suunnittelulla toteutetun teatterin rakennuttamiseen ja siihen liittyviin asiakirjoihin. Työn tilasi Imatran YH-Rakennuttaja Oy.

Työn tavoitteena oli, että rakennuttaja ymmärtää, millainen on tietomallipohjainen hanke ja tuntee perusteet sen läpiviemiseksi. Tämän työn avulla rakennuttajaorganisaatio Imatran YH-Rakennuttaja Oy on valmis kokeilemaan tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottoa talonrakennushankkeessaan.

Opinnäytetyössäni tutkin, miten tietomallipohjaisen hankkeen käyttöönotto vaikuttaa YH-Rakennuttajan toimintaan henkilötasolla ja organisaation käyttämiin toimintatapoihin. Teatterin asiakirjojen jalostaminen, hankesuunnitelman muuttaminen, suunnittelualakohtaisten tehtäväluetteloiden yhteys tarjouspyyntöihin ja tietomallintamiseen sekä urakkasopimusasiakirjojen muutokset olivat keskeisimpänä tutkimuksen lähtökohtana. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ja sen tuomat uudet asiakirjavaatimukset toimivat lähtötietona asiakirjojen muutoksiin. Opinnäytetyössäni mietin myös, mikä on tiedonhallinnan merkitys ja kuinka tietomallien laadunvarmistus parhaiten toteutetaan.

Työn tuloksena lukija näkee, mikä on tietomallintamisen hyöty suhteessa perinteisiin menetelmiin elettäessä rakentamisen murroskautta. Tietomallipohjainen hanke on vasta vähän käytetty metodi ja sen parissa työskenteleviä osaajia erityisesti tilaaja- ja rakennuttajaorganisaatioissa on vielä rajoitetusti.

Asiasanat: tietomallipohjainen hanke, tietomallintaminen, IFC

Abstract

Teemu Majander

Building information model procedure in constructor organization, 64 Pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Civil and Construction Engineering

Specialization in structural engineering

Thesis 2016

Instructors: Lecturer Timo Lehtoviita, Saimaa University of Applied Sciences, Constructor Ari Lattu. Imatran YH-Rakennuttaja Oy, Constructor Henry Tapiola, Imatran YH-Rakennuttaja Oy

The main purpose of this thesis was to investigate what it takes from a constructor to realise a construction project with the building information model. Another purpose was to compare the benefits of the building information model to traditional 2D-planning. One target of this investigation was to find out what the purpose of data management is and how to perform quality assurance best. The comparison was made from the constructor's perspective. The thesis was commissioned by Imatran YH-Rakennuttaja Oy.

This thesis shows how Theatre Imatra –project would have proceeded if using building information modeling instead of traditional planning. The theatre was planned during year 2015, this thesis was started after the actual planning. Data for this study was collected from the realised documents of Theatre Imatra. The information of modeling was gathered mainly from Internet source YTV2012 but also from interviews.

The results of this thesis should give the reader a vision of what are the benefits to replace the traditional methods with the diverse use of building information modeling. With the basis of YTV2012, TOKA-project and this thesis the constructor will be ready for the use of the building information modeling in his upcoming projects.

Keywords: Building information modeling, IFC

Sisältö

Käsitteet.....	5
1 Johdanto	6
2 Rakennuttajaorganisaatio	7
2.1 Organisaatio	7
2.2 Nykyinen toimintatapa	8
2.3 Teatteri Imatra -projektin alku	10
2.4 Luonnoksista liikkeelle	11
2.5 Urakointi	14
3 Tietomallipohjainen hanke	16
3.1 Erityistä.....	16
3.2 Tarveselvitys	18
3.3 Hankesuunnitelma.....	19
3.3.1 Inventointimallin laatiminen	20
3.3.2 Hankesuunnittelutehtävät	20
3.4.1 Suunnittelun valmistelu.....	26
3.4.2 Suunnittelun ohjaus – tukea tilaajan päätöksenteolle	30
3.4.3 Ehdotussuunnittelu	33
3.4.4 Yleissuunnittelu	35
3.5 Rakennuslupa	36
3.6 Toteutussuunnittelu	37
3.7.1 Rakentamisen valmistelu.....	38
3.7.2 Rakentamisen ohjaus	40
3.7.3 Käyttöönnoton ohjaus.....	41
4 Case: Tietomallin käyttömahdollisuudet Teatteri Imatra -projektissa	42
4.1 Yleistä.....	42
4.2 Teatterin sisätilojen tietomalli	43
4.3 Toimintamallimuutokset.....	48
4.4 Rakennuttajalta vaadittava osaaminen.....	54
5 Päätelmät.....	56
5.1 Tulevaisuuden näkymät.....	58
5.2 Käyttäjänäkökulma	60
5.3 Yhteenveto	60
Kuviot.....	61
Kuvat.....	62
Lähteet.....	63

Käsitteet

Rakennuksen tietomalli on rakennuksen ominaisuuksien aineellinen ja toiminnallinen kuvaus digitaalisessa muodossa, mikä mahdollistaa tiedon jakamisen yleisesti sovitulla tavalla. (1)

Tietomallinnussuunnitelma on keskeinen sopimusasiakirja, jossa kuvataan tietomallinnustavoitteet, yhteistyön ja laadunvarmistuksen menettelyt, sekä eri vaiheiden tietomallinnustehtävät ja niiden tietosisällöt. Tilaaja teettää, tietomallikoordinaattori tekee. Asiakirjaa päivitetään hankkeen edetessä. (2)

Suunnittelu aikataulu, jossa on esitetty aikataululliset ja tietotekniset edellytykset tietomallille. Tietomallinnussuunnitelma voi olla osa tätä (2.)

Tietomalliselostus on kunkin suunnittelualan ylläpitämä kuvaus mallin sisällöstä. Se kertoo mallin tarkkuusasteen ja tarkoituksen. Käytetty ohjelmisto kuvataan, alkuperäisestä mallista eri käyttötarkoituksia varten luodut malliversiot kerrotaan ja tietomallin poikkeamat tähän selostukseen ilmoitetaan. Valmiusaste dokumentoidaan. Tämä tiedosto päivitetään aina kun malli julkaistaan muiden osapuolten käyttöön (3.)

IFC on tuotetietojen siirron kansainvälinen standardi. Sen välityksellä on mahdollista siirtää tuotemallitietoa ohjelmistosta riippumattomasti sekä CAD-järjestelmien välillä että myös suunnitteluohjelmistosta erilaisiin analyysi-, tuotanto- ja tuotetieto-ohjelmistoihin. Tiedonsiirron tuloksena on tietomalli, joka sisältää geometria-, sijainti-, määrä- ja ominaisuustietoa digitaalisessa muodossa (4). Yleensä IFC:n tuottaminen kuuluu tietomallipohjaisen suunnittelun minimivaatimukseen.

Tietomallikoordinaattori on rakennuttajan nimeämä kokenut projektihenkilö, joka huolehtii tietomallinnussuunnitelman laadinnasta ja eri suunnittelualojen tietomallinnustehtävien koordinoinnista. Hänen johdollaan käydään IFC-muotoisen yhdistelmämallin tarkastelu. Tietomallikoordinaattori raportoi tuloksista ja tietomallintamisesta projektinjohdolle.

1 Johdanto

Tietomallipohjainen hanke tarkoittaa, että tilaaja tekee tietoisin päätöksen tietomallintamisen käytöstä. Tavoitteena on, että hankkeessa käytetään mahdollisimman paljon tietomallintamista kaikissa sen vaiheissa koko elinkaaren ajan. Lähtökohtana on, että suunnittelu tehdään tietomallipohjaisesti. Ilman tietomallipohjaista suunnittelua ei ole tietomallipohjaista hanketta. Tietomalli on tilaajalähtöinen: tilaajalla on oltava ymmärrystä tietomallintamisesta niin paljon, että hän kykenee määrittämään tietomallinnukselle asetettavat tavoitteet. Tämä on hankkeen onnistumisen perusta (5). Tietomallipohjaisen hankkeen toimintatavalle on luotu ohje Yleiset tietomallivaatimukset 2012, johon tässä työssä useasti viitataan.

Tietomallintamisen erityispiirteitä ovat uudet asiakirjat, kuten esimerkiksi tietomallinnussuunnitelma. Hankkeen tietomallintamisen koordinointiin tilaaja valitsee kokeneen projektihenkilön, hänet nimetään tietomallikoordinaattoriksi. Jotta tietomallista saadaan mahdollisimman paljon irti, tilaaja tekee päätöksen tietomallintamisesta niin varhaisessa vaiheessa hanketta kuin vain mahdollista.

Imatran YH-Rakennuttaja Oy tilasi tämän työn mielenkiinnostaan nähdä, kuinka Imatran uuden teatterin rakennuttamisprosessi olisi voitu toteuttaa tietomallipohjaisesti, kun se nyt suunniteltiin perinteisin menetelmin. Opinnäytetyön tavoitteena on, että rakennuttaja ymmärtää, millainen on tietomallipohjainen hanke ja tuntee perusteet sen läpiviemiseksi. Tämän työn avulla rakennuttajaorganisaatio Imatran YH-Rakennuttaja Oy on valmis kokeilemaan tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottoa talonrakennushankkeessaan.

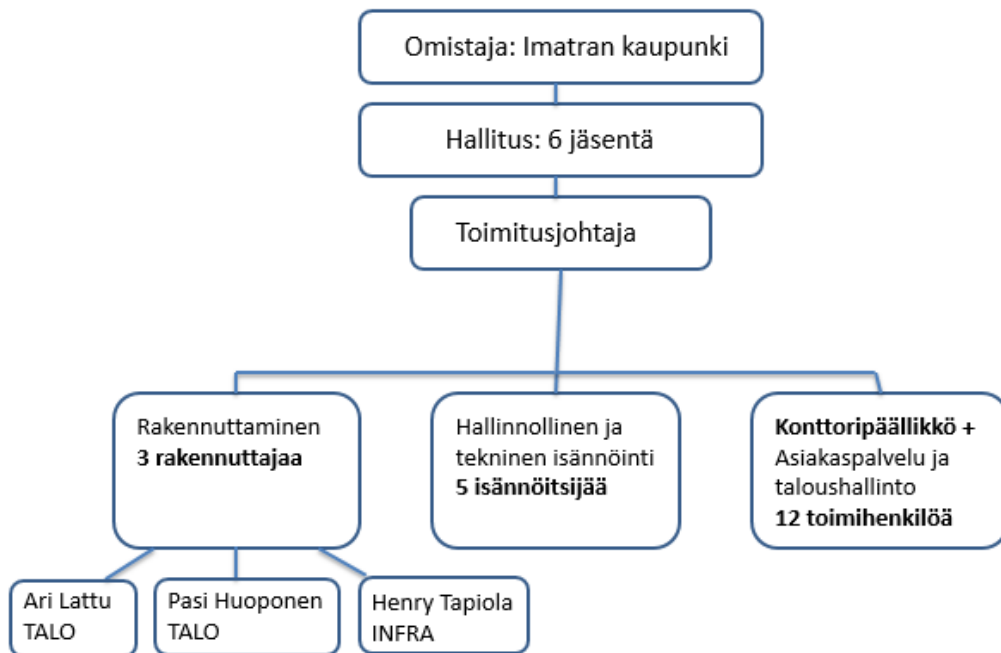
Opinnäytetyössäni selvitän rakennuttajaorganisaatiolle, mitä vaatimuksia, velvollisuuksia ja toimenpiteitä liittyy tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottoon. Tutkin, kuinka tietomallipohjainen toimintatapa olisi vaikuttanut perinteisellä suunnittelulla toteutetun teatterin rakennuttamiseen ja siihen liittyviin asiakirjoihin.

2 Rakennuttajaorganisaatio

2.1 Organisaatio

Imatran YH-Rakennuttaja on yli 60 vuotta vanha rakennuttajaorganisaatio (Kuvio 1). Sen omistaa Imatran kaupunki. Yrityksen toimialat ovat rakennuttaminen ja isännöinti. Henkilökunnan vahvuus on 20. Referenssejä ovat omistuskohdeiden ja vuokratalojen uudistuotanto, asumisoikeus- ja osaomistuskohdeiden rakennuttaminen, infran rakennuttaminen, vuokratalojen peruskorjaukset, teollisuus- ja lii- ketilojen rakennuttaminen sekä pienemmät korjaus- ja muutostyökohteet. (6.)

Imatran YH-Rakennuttaja Oy Organisaatio 13.4.2016



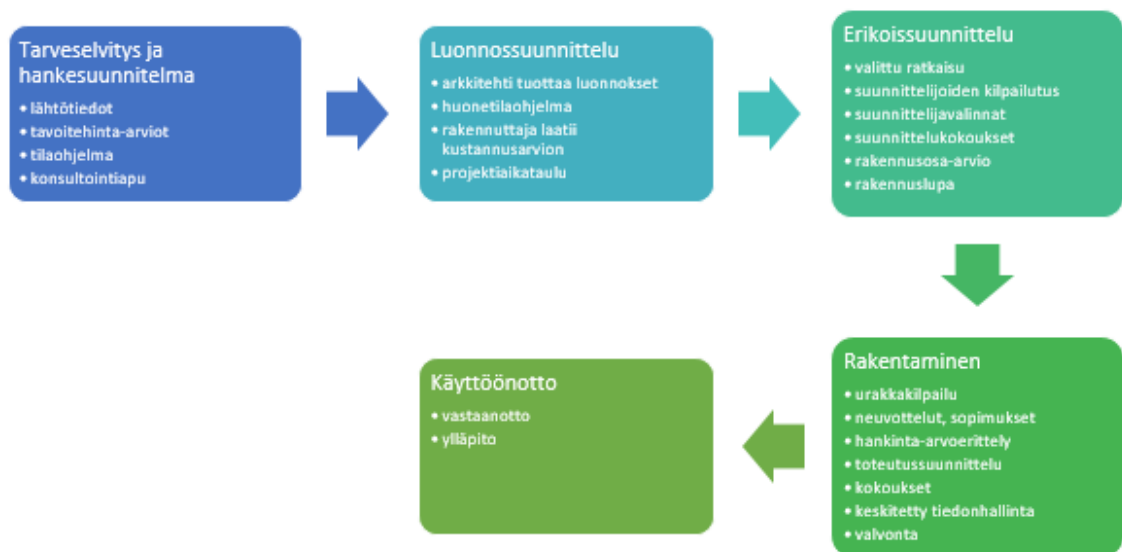
Kuvio 1. Imatran YH-Rakennuttaja Oy:n organisaatiokaavio (7)

Imatran YH-Rakennuttaja Oy:n organisaatio jakautuu rakennuttamiseen ja isännöintiin. Rakennuttaja YH:n alaisuudessa on kolme kappaletta, joista kaksi henkilöä vastaa talonrakennuksesta ja yksi infrarakentamisesta.

2.2 Nykyinen toimintatapa

Organisaation rakennuttamistoiminta jakautuu kahteen osaan: talonrakennus ja infra (Kuvio 1). Tietomallipohjainen toimintatapa on otettu jo käyttöön infrapuolella, mutta talonrakennushankkeiden osalta siihen ei ole vielä perehdytty. Nykyiset toimintatavat suunnittelussa perustuvat perinteiseen dokumenttipohjaiseen suunnitteluun sekä siitä tuotettuihin sähköisiin ja paperisiin luonnoksiin. Vireillä on kuitenkin tietomallintamisen pilotti talonrakennushankkeessa.

Rakennuttamisprosessi lähtee liikkeelle tarveselvityksellä eli punnitaan erilaiset rakentamisvaihtoehdot, tiloille asetettavat vaatimukset sekä tilan käyttö. Rakennuttaja tekee ja teettää alustavia tavoitehinta-arvioita eri ratkaisuihin. Tavoitehintaa koostuu karkeista neliömääristä ja hinnasta, johon on huomioitu tila- ja hanketekijöitä. Arkkitehti valitaan aikaisessa vaiheessa ja hän aloittaa alustavan luonnossuunnittelun. Hankesuunnitelma tehdään joko itse, tai sen tekee arkkitehti, jota ohjataan (Kuvio 2). Asuntorakennuttamisessa hankesuunnitelma tehdään asuntorahaston (ARA) edellyttämän pohjan mukaan. Erikoissuunnittelijoita Imatran YH-Rakennuttaja Oy ei käytä hankesuunnitteluvaiheessa. Poikkeuksellisissa tilanteissa, esimerkiksi kun on alettu rakentaa vanhan rakennuksen päälle, rakennesuunnittelijaa on käytetty jo projektin alussa hänen asiantuntemukseensa perustuen.



Kuvio 2. Imatran YH-Rakennuttajan toimintamalli

Huonetilaohjelman luo joko rakennuttaja itse tai arkkitehti. Tavallisesti arkkitehti tuottaa hankesuunnitelmassa luonnokset vaihtoehtoisille ratkaisuille tilaluetteloiden ja rakennuttaja laatii kustannusarvion. Ensimmäisissä suunnitelmissa on yleisesti luettelot huonealoista (m²). Taulukkomuotoisten huonetilaohjelmien avulla tehdään kustannusarvioita syöttämällä Haahtelan Talonrakennuksen kustannustieto –kirjan avulla tiloille ja neliöille huomioitavia hintaan vaikuttavia hanketekijöitä ja ominaisuuksia. Teatteri Imatran kohdalla hankesuunnittelu päättyi kaupunginvaltuuston päätökseen valittavasta rakennuskohteesta. Arkkitehti loi hankesuunnitelman, johon kuului selvitys ja tilaohjelma. Selvityksessä oli esiteltynä projektin perusratkaisu, laajuustiedot, paikoitus, huolto sekä erityispiirteet ja ongelmat. Tilaohjelmassa oli hyötyala ja huoneala eriteltynä huonekohtaisesti. Rakennuttaja laski tilaohjelman pohjalta kustannusarvioita ja teki projektiaikataulun.

Pienissä hankkeissa tarveselvitys ja hankesuunnittelu usein yhdistetään ja tulokset dokumentoidaan suoraan hankesuunnitelmaksi. Esimerkiksi hankkeen ollessa yksinkertainen teräksinen halli, jolla on selvä rakennuspaikka, ei hankesuunnitteluun tarvittava aika ole laaja. Tällöin tehdään nopeita päätöksiä ja arkkitehti aloittaa luonnoksien tuottamisen.

Kun urakkakilpailu on käyty, rakennuttaja tekee hankinta-arvoerittelyn. Silloin tiedetään todelliset kustannukset. Tähän asti kustannukset ovat olleet arvioita.

Kiteytettynä rakennuttaja osallistuu tilaajan aloitteesta hankkeen tavoitteiden asettamiseen ja koko rakennushankkeen suunnitteluun sekä toteuttamisedellytysten selvittämiseen. Hän valitsee suunnittelijat ja teettää tarvittavat suunnitelmat, organisoii hanketta ja huolehtii rakentamiseen liittyvästä päätöksenteosta sekä vastaa hankkeen kustannusohjauksesta. Rakennuttaja laatii hankeaikataulun ja hankkii rakennustöille tarvittavat luvat. Lisäksi hän valvoo suunnittelua ja toteutusta sekä teettää rakennustyöt sopimuksiin perustuen. (8, s. 13.)

YH-Rakennuttaja Oy on ottanut tiedostonjakopalveluiksi käyttöönsä OneDrive- ja Dropbox–synkronointisovellukset. Projektikansioita on alettu hyödyntämään vuodesta 2015. Imatran Teatteri -hankkeessa rakennuttaja käytti Dropboxia ensimmäistä kertaa. Toimintaperiaate Dropboxissa on kuin projektipankissa. Osapuolet

tallentavat valmiit tuotokset ja asiakirjat samalle palvelimelle, josta tiedot ovat jokaisen projektin henkilön käytettävissä paikasta riippumatta. Palvelussa on ilmaista tallennustilaa 2 Gt tiedostokokomäärään asti, jonka jälkeen on mahdollista ostaa kokoversio.

Toimistolla YH-Rakennuttajalla on talon sisäinen kohderekisteri, jonne siirretään lopulliset piirustukset ja huoltokirjat mutta ei suunnitelmia. Kaikista rakennuttamiskohteista löytyy lisäksi asiakirja-arkisto. Mihinkään projektipankkiin tai pilvipalveluun ei ole sitouduttu, mutta ajatuksena on, että mikäli OneDrive tuottaa positiivisia kokemuksia, koko kohderekisteri siirrettäisiin siihen.

2.3 Teatteri Imatra -projektin alku

Entisen Imatran Teatterin kohtalolle oli useita vaihtoehtoja. Ensin pohdittiin vanhan teatterin peruskorjausta havaittujen sisäilmaongelmien poistamiseksi. Korjauksella havaittiin kuitenkin olevan suhteessa pienempi hyöty kuin jos rakennettaisiin uudisrakennus, sillä rakennuksen kunto oli kärsinyt ja korjaustoimet olisivat olleet mittavia. Lisäksi pitkällä tähtäimellä sisäilmaongelmat olisivat voineet ilmaantua uudestaan.

Peruskorjauksen ohella vaihtoehtoja olivat vanhan teatterin purku ja uuden rakentaminen kyseiselle tontille, jolloin teatterirakennuksen kyljessä olevan Imatran Ay-talon kiinteistön kellaritiloissa sijaitseva teatterin lavastevalmistustila ja pieni näyttämö voitaisiin myös hyödyntää uudiskohteessa. Näin neliöiltä säästyttäisiin ja teatterin olinpaikkana säilyisi jo vakiintunut, kaupunkikuvassa keskeisellä paikalla sijaitseva näkyvä maamerkki. Kolmantena vaihtoehtona oli Kulttuurikeskus Virran laajennus, mutta hinta-arviot osoittivat tämän ratkaisun kalliimmaksi sekä rakentamisen että käyttökustannuksien osalta. Viimeinen vaihtoehto oli rakenteilla oleva liike-asuinrakennus torin kulmaan Einonkadulle. Kyseinen vaihtoehto ei kuitenkaan soveltunut kokonaisuuteen ja olisi tullut kalliimmaksi.

Projektille valittiin arkkitehti. Hänet nimettiin myös hankkeen pääsuunnittelijaksi. Hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttaja teetti ohjeellisia kustannusarvioita Imatran Juva Oy:llä ja arkkitehti tilantarpeiden kartoitusta yhteistyössä teatterin henkilökunnan ja rakennuttajan kanssa. Tavoitehinta-arvio oli 5,9 miljoonaa euroa.

Projektille perustettiin päättäväksi elimeksi ohjausryhmä ja suunnittelun laadunvarmistamiseksi suunnitteluryhmä, joka raportoi ohjausryhmälle ja kokoontui säännöllisesti noin kerran kuukaudessa.

Kaupungin päätösmenettelyn mukaisesti ohjausryhmä valitsi rakentamiskäytön ja teki esityksen siitä kaupunginhallitukselle. Kaupunginhallitukselta esitys meni edelleen kaupunginvaltuuston käsittelyyn ja 10.11.2014 kaupunginvaltuusto teki päätöksen, että rakennushanke käynnistetään vanhan teatterin tontille. Entisen rakennuksen purku kilpailutettaisiin vuoden 2015 alussa ja toteutus olisi touko-kesäkuu 2015. Rakennuttaja laati projekti-aikataulun ja huoneistoalavoitteen muodostui 1600 m². Ohjausryhmän kokouksessa todettiin, että erikoissuunnittelu on kilpailutettava ensitilassa. Uusi rakennus vaatisi myös kaavamuutosta. Lisäksi rakennuttajan tuli pyytää esteettömyyden takaamiseksi lausunnot vammais- ja vanhusneuvostolta.

Kaupunki osti tontin Imatran Koskenparrassäätiöltä ja vuokrasi sen uudelle perustetulle Kiinteistö Oy Imatran Kallenkulmalle, jotta kohteelle saatiin valtion avustus. Kiinteistö Oy Imatran Kallenkulma toimi hankkeessa tilaajan roolissa. Tilaajaorganisaatiosta tulisi myös tilojen käyttäjä. Imatran Ay-talon ja Teatterin väliin määrättiin perustettavaksi rasite, 90 minuutin palonkeston seinä, joten palomuuria ei tarvinnut rakentaa.

2.4 Luonnoksista liikkeelle

Erikoissuunnittelijoiksi valittiin kokonaistaloudellisesti edullisimmat tarjoukset laatu- ja kustannusarvioita avulla (Kuva 1). Hankintailmoitus oli HILMAssa avoimena menettelynä toteutettuna 2.12.2014. Tarjouspyynnön liitteenä olivat projekti-aikataulu, julkisivu-, leikkaus- ja pohjapiirustusluonnokset, laajuustiedot sekä suunnittelun vertailulomake.

Laatukriteerit	Paino % valittu	TARJOUS 1		TARJOUS 2		TARJOUS 3		TARJOUS 4		TARJOUS 5	
		Arvosana (0 - 10)	Painotetut pisteet	Arvosana (0 - 10)	Painotetut pisteet	Arvosana (0 - 10)	Painotetut pisteet	Arvosana (0 - 10)	Painotetut pisteet	Arvosana (0 - 10)	Painotetut pisteet
Projektin vetäjä	25	0	0,0	0	0,0		0,0		0,0		0,0
Muu henkilöstö	10	0	0,0	0	0,0		0,0		0,0		0,0
Referenssit, erityisosaaminen	20	0	0,0	0	0,0		0,0		0,0		0,0
Laadunvarmistus	10	0	0,0	0	0,0		0,0		0,0		0,0
Tekniset valmiudet ja välineet	5	0	0,0	0	0,0		0,0		0,0		0,0
			0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Laatukriteerit yhteensä	70,0 %		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Suunnittelukustannukset	30,0 %	0	0,0	0	0,0		0,0		0,0		0,0
	100,0 %	Yhteensä	0,0	Yhteensä	0,0	Yhteensä	0,0	Yhteensä	0,0	Yhteensä	0,0

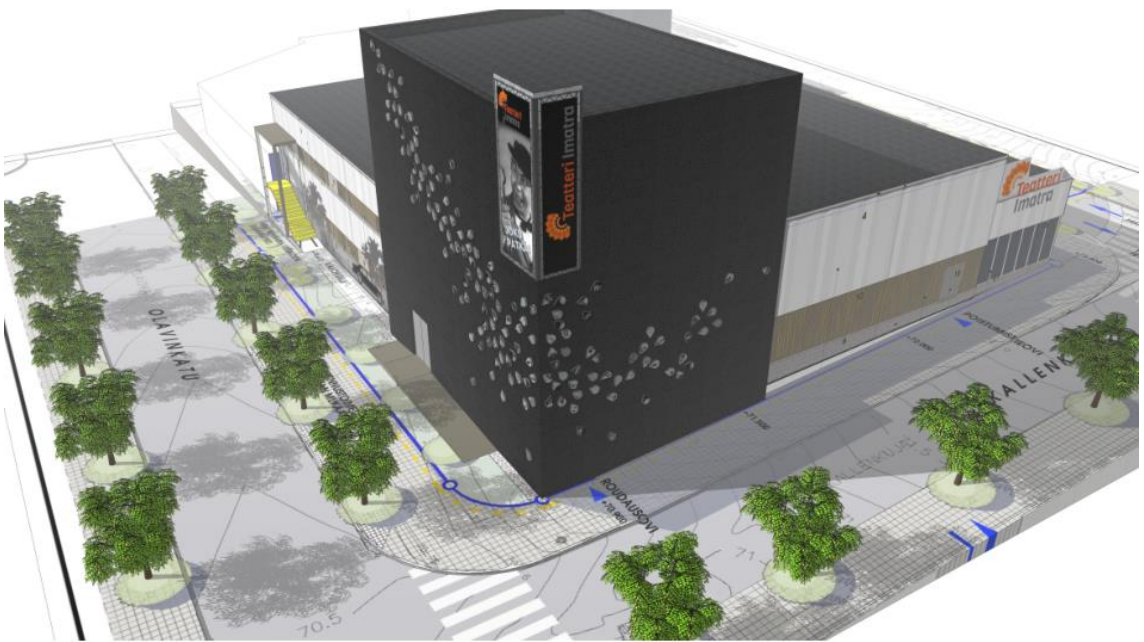
Kuva 1. Rakennesuunnittelun tarjousten vertailulomake (7)

Tammikuuhun 2015 mennessä erikoissuunnittelun tarjoukset oli käsitelty ja valinnat tehtynä. 8.1.2015 kolmanteen suunnittelukokoukseen järjestäytyi Imatran kaupungin edustajan, kahden teatterin henkilökunnan jäsenen (käyttäjän), arkkitehdin ja rakennuttajan lisäksi kaksi rakennesuunnittelijaa, LVIA-suunnittelija, sekä sähkösuunnittelija. Tässä vaiheessa oli jo sovittuna, että teatterin henkilökunnasta Keijo Miettinen suunnittelee esitystekniikan. Näin saataisiin säästöä ulkopuoliseen suunnittelijaan verrattuna ja samalla hoituisi käyttäjän suunnittelunohjaus.

Rakennesuunnittelijalle projekti tulisi olemaan vaativa suuresta korkomäärävaihtelusta ja erilaisista tilatyypeistä johtuen. Suunnittelussa huomioitavana olivat teatteritekniikan ja nosturien kuormat ja hoitosillat muiden rakenteiden lisäksi. Todettiin, että palotekniikan, akustiikan ja näyttämömekaniikan suunnittelijat valittaisiin tässä vaiheessa, jotta arkkitehti saisi aikaisessa vaiheessa erikoisalojen kommentit tiloista ja pääseikoista.

Neljänteen suunnittelukokoukseen tultaessa projektille oli jo edellä mainittujen lisäksi valittuna palokonsultti, akustiikka- ja näyttämömekaniikkasuunnittelija sekä jo aiemmin valittu geotekninen suunnittelija. Pääsuunnittelijan tehtävänä oli tehdä suunnitteluaiakataulun pohja ja kierrättää se muilla suunnittelijoilla. Näyttämömekaniikan tarvitsemat tilavaraukset ohjasivat muuta suunnittelua. Geoteknisen vaaitustutkimuksen tuloksena lattialinjoja oli nostettava 100 mm. Tulokset kirjattiin pohja- ja asemapiirroksiin mutta ei vielä leikkauspiirustuksiin. Kokouksessa käsiteltiin suunnittelualoittain hankkeen tekniset pääasiat niin, että pohja- ja leikkauspiirrokset saataisiin tarvittavan pitkälle, jotta julkisivut voidaan piirtää.

Arkkitehti sai rakennesuunnittelijalta rakennetyyppejä projektin edetessä. Ongelmallista projektissa oli lähtötietojen saanti, koska suunnitteluosapuolia oli niin paljon (arkkitehti, rakennesuunnittelija, LVI-suunnittelija, GEO-suunnittelija, sähkö-, esitystekniikka-, akustiikka- ja mekaniikkakonsultti). Yhden suunnittelijan lähtötiedon puute esimerkiksi maksoi toisen suunnittelijan aikaa tai aiheutti huolimattomuutta, joka ilmeni viimeistään työmaalla. Muita keskeisiä hankkeen henkilöitä olivat palokonsultti, esitystekniikan-, sähkötöiden- ja LVI-töiden valvojat ja muu konsulttiapu. Rakennusteknisiä töitä valvoi ja tilaajaa työmaalla edusti rakennuttaja. Julkisivulle ja teatterin sisätiloihin kilpailutettiin taideteoshankinnat. Taiteilija käytti arkkitehdin 2D-leikkauskuvia, jotka olivat peräisin viivapiirto-ohjelma AutoCad:stä ja niistä puuttui siis z-koordinaatit. Taiteilija tuotti havainnekuvia Rhino 3D-ohjelmalla, jossa hän laati kuutioita, joihin piirustuksia liitettiin. Julkisivussa oleviin koristepisaroihin käytettiin Sketch Up -ohjelmaa ja oleellisena työkaluna viimeistelyn kannalta toimi Photoshop (Kuvat 2 ja 3).



Kuva 2. Julkisivutaideteoksen havainnekuva, julkisivussa käytettiin graafista betonia (7)



Kuva 3. Teatterin havainnekuva Kallenkujan puolelta (7)

Rakennuttaja teetti rakennusosa-arvion FCM Laskentapalvelut –yhtiöllä. Ohjausryhmä ohjasi karsimaan kustannuksista. Rakennuttaja listasi karsittavat kohteet, kustannuslaskija tarkasteli syntyneitä säästöjä. Arkkitehti teki muutospirustukset ja LVIS-suunnittelijat arvioivat omalta osaltaan rakennusosa-arvion. Ohjausryhmä teki kustannuspäätöksen 1.6.2015. Viimeisessä ohjausryhmän kokouksessa 29.9.2015 rakennuttaja esitteli toimintamalliinsa kuuluvan hankinta-arvoerittelyn, jossa hän oli eritellyt pitkälle edenneiden suunnitelmien pohjalta hyvin tarkat euromäärät. Ohjausryhmä pienensi muutostöiden osuutta prosentilla, jolloin hankinta-arvoksi muodostui 6,6 miljoonaa euroa. Kaikkiaan kymmenen suunnittelukokousta ja seitsemän ohjausryhmäkokousta valmistelivat Imatran Teatterin urakointivaiheeseen.

2.5 Urakointi

Urakoinnin hankintailmoitus oli HILMAssa viikolla 32. Pääurakan urakkaneuvottelut käytiin 28.9.2015 ja valinta oli tehtynä 2.11.2015. Urakoissa noudatettiin Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja YSE 1998 urakka-laskenta-asiakirjoissa ilmenevin poikkeuksin ja urakkasopimukset laadittiin RT 80260 pohjan mukaan, alistussopimukset lomakkeelle RT 80271.

Päätettiin, että ei ylläpidetä projektipankkia. Tiedonjaon yhteiseksi välineeksi sovittiin pääurakoitsijan käyttämä, hyvin projektipankkityyppinen Dropbox-pilvipalvelu ja ylläpitäjäksi pääurakoitsijan toimistohenkilö. Hänen tehtäviinsä kuului varmistaa, että työmaalla on aina viimeisin piirustusversio. Näin suunnittelua päätettiin myös tiivistämään yhteisellä tallennuspalvelimella.

Pääurakoitsijan vastuulla oli teatterin elementtisuunnittelu. Urakoitsija tilasi suunnittelun Imatran Juva Oy:ltä, joka laatii aina tietomallin elementtisuunnittelun ollessa heidän työtehtävänä. Tietomallista havaittiin asennusten avuksi selvä hyöty. Urakoitsija hyödynsi tietomallia sekä työmaalla että kokouksissa havainnollistaen rakennusta.

Aikataulutuksen osalta pääurakoitsija laati yleisaikataulun ja lisäksi betonointiajat. Aikatauluja ei toteutettu tietomallipohjaisina. Urakkamuodoksi valittiin jaettu urakka, jossa pääurakoitsijan lisäksi hänelle alistettuja sivu-urakoitsijoita olivat putki-, IV- ja automaatio-, sähkö-, näyttämömekaniikka- ja lavanostinurakat.

3 Tietomallipohjainen hanke

3.1 Erityistä

Tietomallipohjainen hanke vaatii sitoutumista. Osapuolten tietotekninen osaaminen korostuu. Hankkeen alussa tehdään arviointi: saadaanko tietomallista lisäarvoa. Tilaaja tekee tietoisin päätöksiä ja linjaa onko hanke tietomallipohjainen.

Kun hankkeen alussa tilaaja päättää, että tietomallinnusta käytetään hyväksi, asettaa hän tavoitteet tietomallintamisen käytölle sekä rakennusaikana että ylläpidossa. Kun mallintamisen sisältö pystytään suunnittelemaan ja määrittelemään tarkoin, osapuolet ymmärtävät paremmin tietomallintamiseen vaadittavat resurssit, roolit, osaamistason ja tehtävät. Päämäärät ovat kaikkien tiedossa ja tavoitteet hahmottuvat jo hankkeen ensimetreillä. Koordinointitehtävät suunnitellaan varhain ja projektitiimi kykenee suunnittelemaan tietomallintamisprosessia niin, että se tukee tietomallinnussuunnitelman tavoitteita. Tiedonhallintatarpeista, tiedonsiirtotavasta ja suunnittelun rajapinnoista keskustellaan etukäteen. Asian ydin on, että koordinointi on riittävän aikaista ja tarkkaa – näin osapuolet keskittävät voimansa ja aikansa projektin kannalta tärkeimpiin seikkoihin. (2.)

Käyttäjänäkökulmasta suuret säästöt perinteiseen suunnitteluun verrattuna tehdään hankkeen alkuvaiheessa, kun tietomallin visuaalisuuden avulla voidaan analysoida ja vertailla eri rakenneratkaisuja. Samalla kommunikointi käyttäjän kanssa on helpompaa, kun hän näkee rakennuksen ”valmiina” tietokoneen näytöltä. ”Valmiina” siksi, että perinteisiin DWG-piirustuksiin on vaikea ottaa kantaa, kun korkeustiedotkaan eivät hahmotu tietomallin tavoin.

Viimeistään suunnittelun valmisteluvaiheessa tietomallintamisen tavoitteet selvitetään suunnitteluohjelmassa ja tähän sisältyvässä tai liittyvässä tietomallinnussuunnitelmassa. Varmistettavia tekijöitä ovat aikataulu ja tietotekniset edellytykset. Jotta malleista ja tietosisältövaatimuksista tulee sitovia, liitetään suunnittelutarjouspyynnöt suunnittelusopimuksiin. Tilaaja teettää tietomallinnussuunnitelman tietomallikoordinaattorilla. Asiakirjan status on sopimusasiakirja, jota päivitetään hankkeen kuluessa. Se liitetään suunnittelu- sekä urakkasopimukseen ja jaetaan kaikille osapuolille. Tietomallinnussuunnitelman laadintaan on esimerkki YTV 2012 osa 11 ”Tietomallipohjaisen projektin johtaminen” liitteenä 1.

Tietomallipohjaisessa hankkeessa tavoitteellinen tilaajaohjaus korostuu. Epäjatkuvuuskohtien selvittäminen on ennakoitava. Ongelmia voi syntyä esimerkiksi eri ohjelmien tiedonsiirrossa, jos käytössä on yhtä aikaa monta ohjelmaa tai jos käytössä on ohjelmistojen eri versioita. Tilaajan olisi jo projektin tavoitteita asetettaessa järkevää ottaa kantaa käytettäviin ohjelmiin ja niiden ohjelmistoversioihin. Versioiden päivittämistä projektin aikana tulee välttää, koska se voi aiheuttaa tiedon katoa. Tietomalli säilyy paremmin ehjänä, kun projektissa käytetään samoja mallinnusohjelmia ja -versioita eri osapuolilla. Eri suunnittelualat vaativat kuitenkin omat ohjelmansa, joten minimivaatimus on, että käytettävästä suunnitteluohjelmasta voidaan tuottaa ulos IFC-muotoinen tiedosto. Tämä on ns. avoin tiedostotyyppi, joka on mahdollista avata kaikissa sille soveltuvissa ohjelmissa. (2.)

Projektijohdon organisointitaito ja työtä ohjaavien sopimusten luonti on toimivan tietomallipohjaisen projektin peruspilari. On osattava vaatia oikeita asioita. Rakennuttajalle asetettavana ohjelmistovaatimuksena on ainakin mallin tarkasteluohjelma, kuten ilmainen Solibri Model Viewer. Jotta rakennuttaja itse pääsisi tekemään eri suunnittelupuolten mallien törmäystarkasteluja, tarvitsee hän maksullisen tarkastusohjelman, jossa on tuki törmäysten tutkimiselle. Tämän kaltaista mallien yhteensovittamisohjelmaa rakennuttaja ei kuitenkaan itse välttämättä tarvitse, sillä tarkasteluja varten rakennuttaja valitsee tietomallikoordinaattorin. Jos rakennuttaja toimii tietomallikoordinaattorina itse, on törmäystarkasteluihin soveltuva ohjelma välttämätön.

Tietomallipohjaisessa hankkeessa erikoissuunnittelijat on hyvä valita mukaan huomattavasti aiemmin kuin perinteisessä suunnittelussa. Heidän on tehtävä tarkkaa toteutukseen tähtäävää suunnittelua jo alkuvaiheessa arkkitehdin tavoin. Toteutus suunnittelussa rutiinit yksinkertaistuvat ja leikkauspiirustuksia saadaan luotua kädenkäänteessä. Dokumenttipohjaisessa suunnittelussa aikaa kuluu toteutusvaiheessa, koska hankalat yksityiskohdat eivät nouse esille hankkeen alkuvaiheessa niin helposti kuin tietomallipohjaisessa. Näin ollen perinteisessä suunnittelussa hankkeen alku on nopeampi tuotettaessa taso- ja julkisivupiirustuksia. Suunnittelijat eivät välttämättä perehdy kohteeseen tarkoin, eivätkä mielellään anna suunnitelmiaan muiden jakoon. Perinteisen suunnittelun nopeasti

edennyt alkuosa kostautuu tietomallintamista todennäköisemmin rakentamisvaiheessa epätäsmällisillä suunnitelmilla aiheuttaen suunnittelemattomia muutostyökustannuksia ja aikataulusta jäämistä. (9.)

Tietomalli paljastaa pienetkin yksityiskohdat ja tekemättömät osat heti, joten malli on yksinkertaisesti laadittava riittävän yksityiskohtaisesti hankkeen alusta asti. Projektin alussa tietomallin valmistelutyö voi ottaa aikaa esimerkiksi rakennetyyppien malliin viemisen osalta, mutta jatkossa muutosten tekeminen on helpompaa DWG-suunnitteluun verrattuna, sillä ne voidaan viedä kerralla useampiin piirustuksiin. Tietomallipohjaisessa suunnittelussa onkin todettu, että suunnittelijat antavat toisilleen tarkempia lähtötietoja jo aikaisessa vaiheessa. Tämä edistää aikataulussa pysymistä ja suunnittelijat todellakin sitoutuvat työhönsä auttaen samalla toisiaan. Maksimaalista hyötyä haettaessa jokaisen suunnittelualan on mallinnettava. (9.)

3.2 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa tietomallintamisen rooli ei ole suuri. Tehtävät voidaan liittää osaksi hankesuunnitteluvaiheen toimeksiantoa.

Kiinteistön omistajan ja käyttäjän tilanhankinnan tarpeellisuus kartoitetaan. Projektinjohto huolehtii, että alustava vaatimusmalli (taulukko- tai tietokantamuotoinen) tuotetaan ja hankkeen alkutilanteelle määritetään tarvittavat havainnollistamiset. Jos kyseessä on korjauskohde, lähtötiedoksi hankitaan inventointimalli rakennuksen nykytilanteen kuvaamiseksi, sekä tontin malli. Mittauksille ja inventointimallinnukselle laaditaan tehtävänmäärittelylomake, esimerkki tästä on YTV2012 osan 2 ”Lähtötilanteen mallinnus” liitteenä 1. (10; 2.)

Uudisrakennuksessa vaaditaan pelkkä tontin malli, joka voidaan sisällyttää suunnittelijan tehtäviin tai tilata erillisenä toimeksiantona. Lisäksi on tuotettava maastomalli, jolla havainnollistetaan rakennuspaikan maankäyttöä ja saadaan helpommin rakennuksen korkeusasema oikein. Tontin malli ja inventointimalli arkistoidaan arkkitehdin suunnittelumalleina. Lähtötietojen alkuperä dokumentoidaan tietomalliselostukseen. (11; 10; 2.)

3.3.1 Inventointimallin laatiminen

Jotta inventointimalli ja mittauspiirustukset saadaan laadittua, olemassa oleva rakennus ja tontti mitataan, hyödynnetään olemassa olevat piirustukset ja muut dokumentit, sekä tehdään tarvittavat tutkimukset. Lähtötietomallintamiselle määritellään menetelmä ja sovitaan tuloksille tarkkuustaso. Rakennusosat mallinnetaan valitun tarkkuustason mukaisesti. Hankittaviin lähtötietoihin tarkkuustasoja on kolme, joista tilaaja projektiryhmän kanssa yhteistyössä sopii käytettäväksi eniten hankkeen tavoitteita palvelevan menetelmän:

1. Laseretäisyysmittaus ja olemassa olevien piirustusten oikeellisuuden tarkastaminen
2. Takymetrimittaus
3. Laserkeilausmittaus

Mallinnuksen tarkkuustasosta riippuen saatetaan joutua käyttämään erityisalojen suunnittelijoiden konsultointia, että saadaan tuotettua tarvittavat lähtötiedot. Huomioitavaa on, että tarpeeksi tarkan inventointimallin tuottaminen voi olla hyvinkin työlästä, sillä esimerkiksi vanhojen rakennusten seinät ovat usein vinoja tai kaltevia. Mittausten pohjalta laaditaan tilamallitasoinen inventointimalli ja luonnosta-soiset piirustukset. Inventointimallien laadintaan ja mittauksiin on suositeltavaa varata aikaa 2–6 kuukautta. (10.)

Tilaaajan on syytä suorittaa lähtötietomallin laadunvarmistus, jotta se soveltuu jatkokäyttöön. Lähtötietomalliin liitettävään tietomalliselostukseen lisätään lähtötietomallin tarkastuslomake, jonka avulla tarkastetaan onko mittausaineisto sovittussa koordinaatistossa, onko määritetyt tilat ja rakennusosat mitattu niin, että mitat vastaavat mitattua rakennusta, onko mittatarkkuus kohdallaan, onko mittausmenetelmä, -tarkkuus ja –ajankohdat kirjattu ja onhan poikkeukset kirjattu ylös tietomalliselostukseen. (10.)

3.3.2 Hankesuunnittelutehtävät

Hankesuunnitteluvaiheessa tilaaja laatii hankesuunnitelman, jossa esitetään toiminnan, omistajan ja kiinteistönpidon hankkeen suunnittelulle asettamat tavoit-

teet. Hankkeelle asetetaan laajuus-, aikataulu-, kustannus-, ympäristö-, toiminnallisuus- ja erityistavoitteet. Hankkeen toteutustapa, organisointi sisältäen tietomallintamisen tehtävät ja ohjauksen periaatteet määritellään sekä tehdään riskianalyysi. Hankesuunnitelmaan laaditaan kuvaus tietomallinnuksesta ja sen laajuudesta hankkeessa. Tietomallinnuksen tavoitteet ja käyttötavat kuvataan tietomallinnussuunnitelmassa. Tavoitteena on investointipäätöksen valmistelu. (2.)

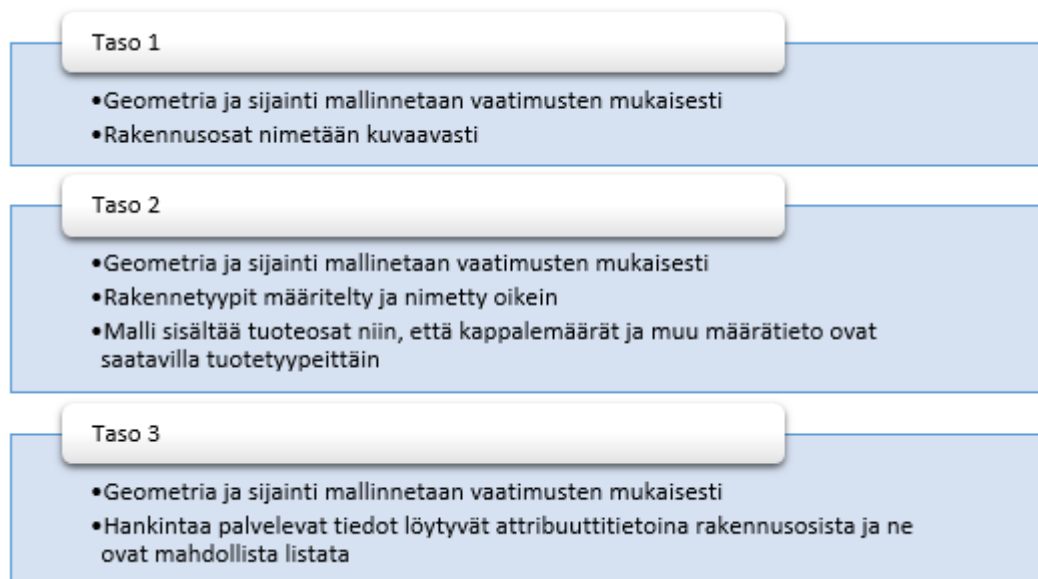
Tilaja määrittää arkkitehtisuunnittelun tarjouspyynnössä eri vaiheiden arkkitehtisuunnittelun tietomallinnustehtävät ja tietomallin sisällön. Tietosisältö ja tarkkuustaso määritetään YTV 2012 osan 3 ”Arkkitehtisuunnittelu” mukaan. Jos lähtötietomallia ei ole tehty tarveselvityksessä, se teetetään nyt. Suunnittelusopimuksen synnyttyä arkkitehti luo alustavan tila- tai tilaryhmämallin, jonka avulla tutkitaan eri suunnitteluvaihtoehtoja sekä niiden tuomia kustannuksia tilapohjaisilla analyysillä. Mallia on mahdollista hyödyntää siitä tuotetuista energia- ja olosuhdesimuloinnein. Ehtona tähän on, että tilat ja niitä ympäröivät seinät ovat alustavasti mallinnettuina. Energia-analyysiä varten tulee myös olla ikkunat. Alustava tilamalli auttaa hahmottamaan tilaratkaisuja, visualisoi, sekä parantaa laajuuden hallintaa ja toimivuustarkasteluja (10; 2). Kun tilat on mallinnettu, ne toimivat runkona vaatimusmalliin ja jokaiselle tilalle voidaan asettaa vaatimuksia.

Arkkitehdin vaatimusmalliin on tarkoitus peilata tilojen tavoitteenmukaisuutta läpi hankkeen. Se on kustannuslaskelman ja suunnitelmien lähtötietona. Jos tietomallilla ei hankesuunnitteluvaiheessa ole geometrinen muotoa, vaatimusmallin minimivaatimuksena on taulukkopohjainen tilaohjelma, johon sisältyy tilakohtaiset pinta-alat ja tilaajan tai käyttäjän asettamat erityisvaatimukset. Rakennesuunnittelun tai taloteknisen suunnittelun vaatimusmalli laaditaan viimeistään ehdotussuunnitteluvaiheessa tai kun erityissuunnittelijat on valittu. Tilaja määrittää vaatimusmallien ylläpidon vastuut (2). Perinteiseen suunnitteluun verrattuna tietomallipohjaisessa suunnittelussa erikoissuunnittelun asiantuntijoita käytetään aiemmin, sillä investointipäätösesitykseen liitetään enemmän tietoa tukemaan päätöksentekoa (2).

Arkkitehdin tuottama ensimmäinen malli on pohja muulle suunnittelulle ja siksi hyvin keskeinen. Arkkitehdillä on vastuu määrittää tietomalliin koordinaatisto, johon koko rakennus on järkevä mallintaa positiivisena. Koordinaatiston origo on

syytä olla jokaisella suunnittelijalla sama, koska muuten malleja yhdistettäessä tilavaraukset asettuvat eri kohtiin. Projektkoordinaatiston sijainti suhteessa kunnan koordinaatistoon dokumentoidaan vähintään kahden vastinpisteen avulla, joille ilmoitetaan x- ja y-koordinaatit. Kunnan koordinaatistoa ei suositella, koska tietomallin sijaitseminen kaukana origosta aiheuttaa ongelmia useille suunniteluohjelmille. Koordinaatiston ja origon määrittämisen jälkeen tehdään testi, jossa jokainen suunnittelija mallintaa jotakin ja katsotaan sopivatko palaset yhteen (3).

Itse tietomallintamiselle asetettava tarkkuustasovaatimus jaetaan pääosin kolmeen tasoon (Kuvio 3). Tarkkuustaso riippuu hankkeen vaiheesta ja tietomallin hyödyntämistarpeesta. Esimerkiksi yleissuunnittelussa mallintamisen yleinen tarkkuustaso on yksi, mutta joitakin rakennusosia voidaan nostaa tasoon kaksi. Toteutussuunnittelussa tarkkuustaso on yleisesti yksi tai kaksi, mutta sitä voidaan nostaa rakennusosittain tasoon kolme. (3.)



Kuvio 3. Mallintamisen tarkkuustasot

Tasoa yksi käytetään suunnittelijoiden väliseen kommunikaatioon ja suunnitelmien yhteensovittamiseen. Tason kaksi käyttötarkoituksina ovat hankesuunnittelu ja luonnosvaiheissa energia-analyysit, rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta. Tasoa kolme käytetään työmaan aikataulu-

tukseen ja hankintoihin. Tasossa kolme tietokenttänä rakennusosissa olevat hankintoja palvelevat tiedot voidaan listata esimerkiksi ikkunan osalta niin, että sen tyyppi, aukon mitat, desibelivaatimukset ja U-arvo ovat eriteltyinä. (3.)

Arkkitehtimallille on syytä laatia sisältövaatimustaulukko, johon hankkeen eri vaiheissa kullekin rakennusosalle vaadittava taso kirjataan. Esimerkki arkkitehtimallien sisältövaatimuksista on YTV 2012 osan 3 ”Arkkitehtisuunnittelu” lopussa. Oudoksuttavaa on tosin se, että YTV:n mukaan tarveselvityksessä on jo oltava tiedossa rakennuksen bruttoala, eikä sen määrittämistä voi jättää hankesuunnitteluun (Kuva 5).

TA=Tarveselvitys, HA=Hankesuunnittelu, EHD=Ehdotussuunnittelu, YS=Yleissuunnittelu, LUPA=Rakennuslupa, TOT=Toteutussuunnittelu, UR=Urakkalaskenta, RA=Rakentaminen, VA=Vastaanotto, YL=Ylläpito

P=Pakollinen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (P1, P2, P3=suositeltavat tasot)
V=Valinnainen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (V1, V2, V3=suositeltavat tasot)
Tyhjä=Ei normaali mallinnustehtävä; mallinnustapa ja -laajuus sovitaan hankekohtaisesti

	TA	HA	EHD	YS	LUPA	TOT	UR	RA	VA	YL
9 Laajuustiedot										
91 Ohjelma-alat										
911 Rakennusosien ohjelma-alat										
9111 Alueen ohjelma-alat										
9112 Rakennuksen ohjelma-alat										
9113 Tilojen ohjelma-alat										
912 Tekniikkaosien ohjelma-alat										
92 Alueiden pinta-alat										
921 Tonttien alat	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
922 Korttelien alat										
923 Rakennusalue										
924 Liikennealue										
929 Erityiset alueiden pinta-alat										
93 Rakennuksen kokonaisalat										
931 Bruttoala	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
932 Kerrostasosalat	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
933 Huoneistojen alat	V2	P2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
934 Tilaryhmien alat	V2	P2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
935 Huonealat	V2	V2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
9351 Alle 1600 mm korkeat huonealat				V2	V2	V2	V2	V2	V2	V2
9361 Runkorakennusosien alat										
9362 Ei-kantavien rakennusosien alat										
94 Osastot										
9411 Palo-osastojen alat										
95 Tilvuudet										
95 Rakennukset tilavuus		V2	V2	V2	V2					

Kuva 5. Ote arkkitehtimallin sisältövaatimustaulukosta (3)

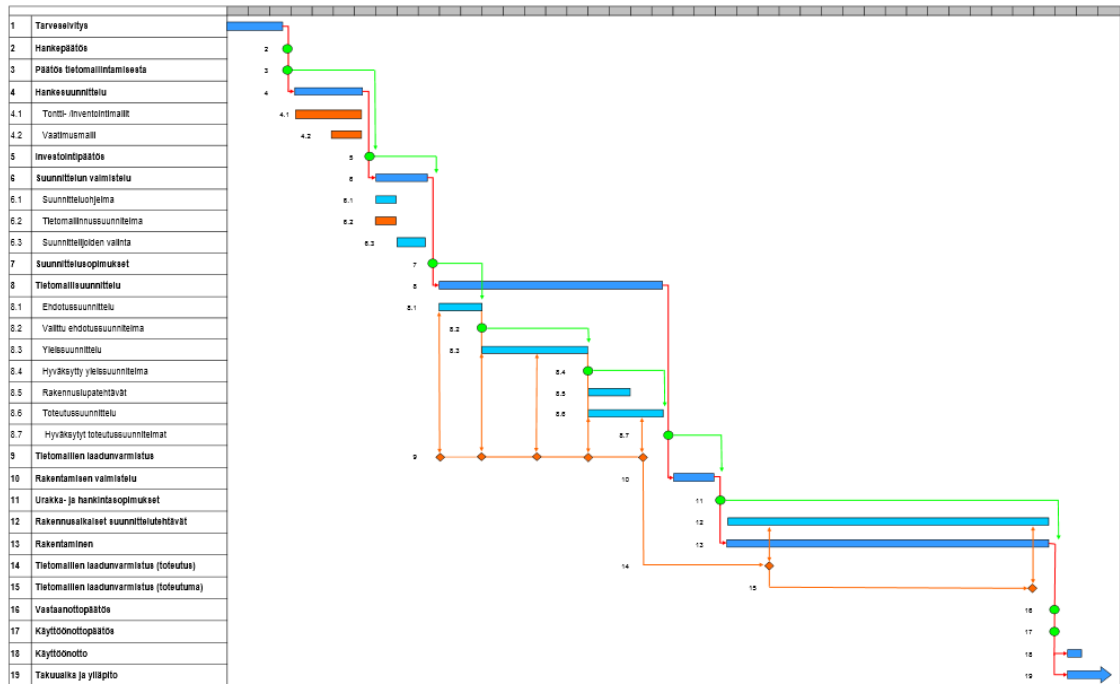
Pakolliset tehtävät ovat yllä olevassa kuvassa merkitty kirjaimella P ja suositeltavaa tarkkuustasoa on merkitty numeroin. Valinnaisia hankekohtaisesti määriteltäviä tehtäviä on merkitty kirjaimella V. (3.)

Tiedonsiirtotavan valinta kannattaa tehdä hyvin aikaisessa vaiheessa rakennusprojektia. Keskitetty tiedostonhallinta, kuten pilvipalvelin toimii yhteistyön kannalta luotettavammin kuin jatkuva sähköpostien lähettely. Palvelimella kaikki tieto säilyy samassa paikassa ja on aina helppo löytää verraten sähköposteihin, jotka ajan kuluessa hukkuvat postien tulvaan. Kun yhteistyötä saadaan tiivistettyä tiedostojenhallinnalla, lisääntyy kommunikointi ja osapuolet voivat helpommin kommentoida toistensa tekemisiä.

Hankesuunnitelmavaiheessa ei välttämättä ole vielä luonnoksia, joten tilamallin tuotto tässä vaiheessa on hyvin tapauskohtaista. Rakennuttajan kannalta ideaalitilanne on se, että arkkitehti tuottaa alustavia tilamalleja jo hankesuunnitteluvaiheessa, jolloin rakennukselle saadaan jo tässä vaiheessa muoto, mikä taas auttaa tulevaa käyttäjää päätöksenteossa. Tarvittavia lähtötietoja tilamallin laadintaan ovat alustava tilaohjelma, energialuokkatavoitteet, ja ulkovaipan rakenteille asettamat U-arvot. Lisäksi lähtötietoja voi tulla tilaajalta ja erikoissuunnittelijoilta (rakennetyypit, perustamistapa, sähkö- ja LVI-tekniset tilat ja tilavaraukset) (3).

Erikoistapaus tietomallista on malli, jossa on vain tilat. Tällaista mallia voidaan käyttää suunnittelun alkuvaiheessa tilaohjelman ratkaisemiseen ja siitä saadaan luetteloitua erilaisia laajuustietoja ja huoneluetteloita. Tällaista yksinkertaista tilamallia täydennetään usein erilaisilla 2D-komponenteilla, jotka suunnittelun edetessä korvataan seinillä ja muilla rakennusosilla. Tilaryhmämalli on toinen erikoistapaus, missä yhdellä tilalla esitetään laajempi kokonaisuus. (3.)

Hankesuunnitelmaan voidaan liitteeksi laittaa esimerkiksi huonetilaohjelma, luonnospiirustukset, tonttikartta, piha-aluesuunnitelma ja projektiaikataulu (Kuva 6).



Kuva 6. Tietomallipohjaisen hankkeen projekti- aikataulu (2)

Suunnittelun edetessä arkkitehdin tekemä tilamalli monimutkaistuu, kun siitä tulee osa rakennusosamallia. Tällöin tiedonsiirto analysointiohjelmiin vaikeutuu ja on mietittävä josko analysointeja varten tuotetaan yksinkertaistetumpi malli.

Rakennuttaja nimeää hankesuunnitteluvaiheessa tai suunnittelun valmistelussa tietomallintamiseen perehtyneen kokeneen henkilön: tietomallikoordinaattorin, joka osaa huolehtia alustavan tietomallinnussuunnitelman laadinnasta ja suunnittelualueiden tietomallintamistehtävien koordinoinnista. Valittu koordinaattori ohjaa ja koordinoi tietomallintamista yhteistyössä pääsuunnittelijan kanssa. Hän raportoi suunnittelujohdolle tai hankkeen johdolle esimerkiksi suunnittelukokousten yhteydessä tai muutoin sovitusti. Raportointi sisältää vähintään:

- tietomallintamisen statuksen
- laadunvarmistuksen tulokset
- tehdyt toimenpiteet ja esiintyneet ongelmat (2.)

Projektinjohdon kanssa tietomallikoordinaattori kuvaa tietomallinnuksen laajuuden projektissa, sekä tietomallinnustavoitteet ja -päämäärät. Hän selvittää kulle-

kin osapuolelle tietomallinnukseen liittyvät vastuut, velvollisuudet ja tehtävät. Yhdistelmämallin tuottaminen / yhteensovittamisen varmistaminen asetetaan tietomallikoordinaattorin, pääsuunnittelijan tai vaihtoehtoisesti muun osapuolen tehtäväksi. Rakennuttaja laatii koordinaattorille tehtäväluettelon, josta esimerkkimalli on YTV 2012 osassa 11 ”Tietomallipohjaisen projektin johtaminen” liitteenä 2. (2.)

3.4.1 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmisteluvaiheessa varmistetaan muun muassa aikataululliset ja tietotekniset edellytykset tietomallintamiselle. Vaatimusmalleja päivitetään. Käytön tavoitteet konkretisoidaan suunnitteluohjelmassa, joka laaditaan viimeistään tässä vaiheessa. Tähän voidaan sisällyttää tai liittää erikseen tietomallinnussuunnitelma, jota täsmennetään nyt ja koko hankkeen aikana tarpeen vaatiessa. Tietomallinnussuunnitelmassa määritellään tiedonsiirron sekä yhteistyön menetelmät, tarkennetaan mallin käyttötapoja ja vaatimuksia ja kuvataan tietomallisuunnitteluprosessi laadunvarmistuksineen. Asiakirja lisätään suunnittelutarjouspyyntöjen liitteeksi. Rakennuttajan valmistamassa suunnittelutarjouspyynnössä hän kuvaa hankesuunnitteluvaiheessa asetetut vaatimukset tietomallintamiselle. Jokaiselle erikoissuunnittelualalle annetaan lisäksi alakohtaisen mallin tietosisältötaulukko. Suunnittelun ohjeeksi voidaan määrittää tarjouspyynnössä YTV 2012, jossa on erilliset ohjeet arkkitehtimallintamiselle (YTV 2012 – osa 3), talotekniselle mallintamiselle (YTV 2012 – osa 4) ja rakennesuunnittelulle (YTV 2012 – osa 5). YTV2012 julkaisuihin on lisätty myös tilaajan ohjeeksi täydentävät liitteet arkkitehti- ja rakennesuunnittelusta (Kuva 7). Muuten suunnittelu etenee rakennuttajan kuhunkin tehtäväluetteloön määrittämien pykälien mukaisesti. (2; 11.)

Mallinnuksen tarkkuustaso	Mallinnuksen tarkkuustason kuvaus
1	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein.
2	Mallinnetaan perusgeometrian osalta oikein niin, että rakenteiden kokonaismäärät selviävät mallista. Rakenteet elementoidaan.
3	Mallinnetaan tyyppielementit ja tyyppipaikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liittokseen (liittopilareihin myös raudoitteet). Muut osat mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeeseen.
4	Mallinnetaan elementit ja paikallavalut geometrian ja sijainnin osalta oikein liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Teräskokoonpanot mallinnetaan konepajatasolle (liittopilareihin myös raudoitteet). Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteuman mukaan.

Kuva 7. Rakennesuunnittelun tarkkuustasot (11)

Projektijohdon on hankesuunnitteluvaiheessa asetettua mallintamisen laajuutta tarkennettaessa määritettävä tärkeimmät tiedot, joilla suunnitelmavaihtoehtoja vertaillaan. Yhteistyömenetelmiksi soveltuvat esimerkiksi tietomallikokoukset, suunnittelijakokoukset ja suunnittelukokoukset. Eri suunnittelualueiden tietomallinnustehtävien sisällöistä päätettäessä on huomioitava, että suunnittelijoiden tehtävälueellisten mukaisten tehtävien on integroiduttava tietomallinnustehtäviin, ne eivät voi olla erillään. Jos projektikohtaiset vaatimukset eivät ole mallinnuksen osalta suunnittelutarjouspyynnöissä vielä riittävän selvät, niitä voidaan täsmentää neuvotteluvaiheessa ja edelleen sopimuksissa erillisenä dokumenttina. Laadittavat mallipohjaiset kustannusarviot ja määrälaskennat, energia-analyysin tekijän päättäminen ja analyysin laajuus on syytä määrittää tarjouspyynnöissä. Projektinjohto määrittelee, missä osin, kenen toimesta ja kuinka laajalti talotekniikka-analyysijä ja havainnollistamistoimia tarvitaan tukemaan tilaajan päätöksentekoa tarkistuspisteissä. (2.)

Urakoitsijan ja suunnittelijoiden välisiin tekijänoikeuskysymyksiin ja vastuisiin otetaan kantaa teoksessa YTV 2012 osa 13 ”Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa”. Kun tietomallihankkeessa urakoitsijan vastuulla oleva tuoteosien suunnittelu tehdään mallintamalla, tulee mallinnus sovittaa yhteen hankkeen muun tietomallisuunnittelun kanssa. Tuoteosien mallinnusvaatimuksista sovitaan projektikohtaisesti. Urakoitsija velvoittaa tuoteosasuunnittelijat hyväksymään ja yhteensovittamaan tuoteosasuunnittelun tilaajan suunnittelijoiden kanssa urakka-asiakirjojen mukaisesti sekä noudattamaan projektikohtaisia ja yleisiä tietomallin-

nusohjeita. Urakoitsija kutsuu tuoteosasuunnittelijat tarvittaviin tietomallikatselmuksiin ja velvoittaa tuoteosasuunnittelijat noudattamaan sovittua laadunvarmistusmenettelyä. Tilaajan tai pääsuunnittelijan on huolehdittava osaltaan tuoteosakauppoihin liittyvien mallien koordinoinnista muun suunnittelun kanssa. Tuoteosatoimittajan detaljisuunnittelun yhdistäminen muihin suunnitelmiin voi tarkoittaa myös esimerkiksi sprinkler-suuttimien sijoittelua tai huoltotasojen yhteensovittamista, mikä edellyttää osamallien yhdistämistä ja tarvittavien muutosten tekemistä niihin. Kaikille osapuolille tehdään selväksi, että tilaaja vastaanottaa hankkeen ylläpitovaiheessa jokaisen tietomallin haltuunsa, ne luovutetaan hänelle sekä alkuperäisenä että IFC-tiedostona. (13.)

Piirustusten tai muiden suunnitelma-asiakirjojen muuttuessa tai täydentyessä pitää samalla toimittaa jakeluun vastaavilta osin päivitetty tietomalli. Aloituskatselmuksessa sovitaan mallien päivitysväli sekä piirustusten julkaisuaikataulu. Urakoitsija on velvollinen ilmoittamaan havaitsemistaan tietomallin virheistä tai puutteista asianomaiselle suunnittelijalle ja hankkeen tietomallikoordinaattorille. Suunnittelija on velvollinen kirjaamaan virheen ja toimittamaan uuden tietomalliversion. Pääsuunnittelija vastaa suunnitelmien yhteensopivuudesta. Jos tietomalleissa kuitenkin havaitaan poikkeamia, tulee osapuolten pyrkiä hyvän rakentamistavan mukaisesti kirjaamaan poikkeamat nopeasti ja estämään niiden seurausvaikutukset. Suunnittelijan on poikkeamahavaintoilmoituksen saatuaan ilmoitettava siitä muille osapuolille, jottei heille ilmene tarpeettomia lisäkustannuksia. Suunnittelijan tulee tehdä korjaukset välittömästi tai sopia muiden osapuolien kanssa korjausten tekemisestä. Jos osapuolet eivät katso vähäisten korjausten tekemistä tarpeelliseksi välittömästi, voidaan tietomalliselostukseen päivittää tieto poikkeamasta ja sen korjausaikataulusta. (13.)

Mikäli suunnittelija katsoo, että malleissa käytettävien kirjastojen ja objektien luovuttamiseen joko muille osapuolille projektin aikana tai tilaajalle projektin päättyttyä liittyy tekijänoikeudellisia, suunnittelijan kilpailuetuun liittyviä tai muita vastaavia juridisia ongelmia, tulee suunnittelijan mainita näistä tarjouksessaan. Tarjouksen liitteenä tulee olla ehdotus siitä, miten kyseiset ongelmat voidaan ratkaista niin, että hän voi luovuttaa tietomallipohjaisen yhteistyön vaatimat malit muille

osapuolille projektin aikana sekä rakennuksen käyttöä, ylläpitoa ja korjauksia ajatellen käyttökelpoiset mallit tilaajalle projektin päätyttyä. Asiasta tulee sopia ennen suunnittelusopimuksen solmimista. (2.)

Tilaaja voi laajentaa KSE-ehtojen mukaisia kyseisen rakennuskohteen käyttöoikeuksiaan suunnitelmien, tietomallien ja yhdistelmämallien osalta mikäli poikkeavat käyttö- ja muutosoikeudet on erikseen mainittu tarjouspyynnöissä ja sopimuksissa. Mahdollisten kiinteistöjen myyntien osalta on erikseen kirjattava käyttöoikeuksien siirtyminen luovutuksensaajalle. (2.)

Suunnittelun käynnistämisen yhteydessä rakennuttajan on varmistuttava, että seuraavat tiedot ovat kaikkien osapuolien tiedossa:

- hankkeen tietomallinnustavoitteet
- mallinnuksen laajuus
- mallin käyttötarkoitus
- aikataulu
- laadunvarmistusmenettelyt ja tiedonvaihto
- raportointi- ja dokumentointivaatimukset

Kaikilla tilaajaan sopimussuhteessa olevilla osapuolilla on oltava tieto mallinnustehtävien vastuunjaosta. Tehtävien suoritusta valvotaan läpi hankkeen vastuuhenkilöiden toimesta ja lisäksi tilaaja asettaa jokaiselle projektille tarkastuspisteet, joita tulee olla vähintään suunnitteluvaiheiden vaihtuessa. Tarkastuspisteitä ennen käydään läpi tietomallien ristiriidat ja paikkansapitävyys vaatimusmalliin verraten. Tarkastuspisteessä katsotaan, että tietomalli on ristiriidaton. (2.)

Kun tavoitteet on tarkastettu ja täsmennetty, suunnitteluohjelma laadittu, suunnittelu organisoitu ja aikataulutettu, dokumenttienhallintajärjestelmästä päätetty, sekä laadunvarmistusmenettelyt valittu, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut ja valitaan suunnittelijat. Vaiheen tuloksena syntyvät suunnittelusopimukset. Dokumenttienhallintajärjestelmän osalta tilaaja tekee sopimukset toimittajien kanssa.

3.4.2 Suunnittelun ohjaus – tukea tilaajan päätöksenteolle

Tietomallisuunnittelu käynnistetään kaikkien suunnittelualojen osalta. Suunnittelun ohjaukseen sisältyy hankkeen suunnittelutavoitteiden tarkastaminen, tavoitteiden vertaaminen vaatimusmalleihin sekä suunnitelmien tavoitteiden mukaisuuden valvonta ehdotus-, yleissuunnittelu- ja toteutussuunnitteluvaiheessa. Tilaajan päätöksenteon tueksi kootaan suunnitteluvaiheittaiset tietomalleista johdetut ja tietomallisuunnittelussa määritellyt tuotokset. (2.)

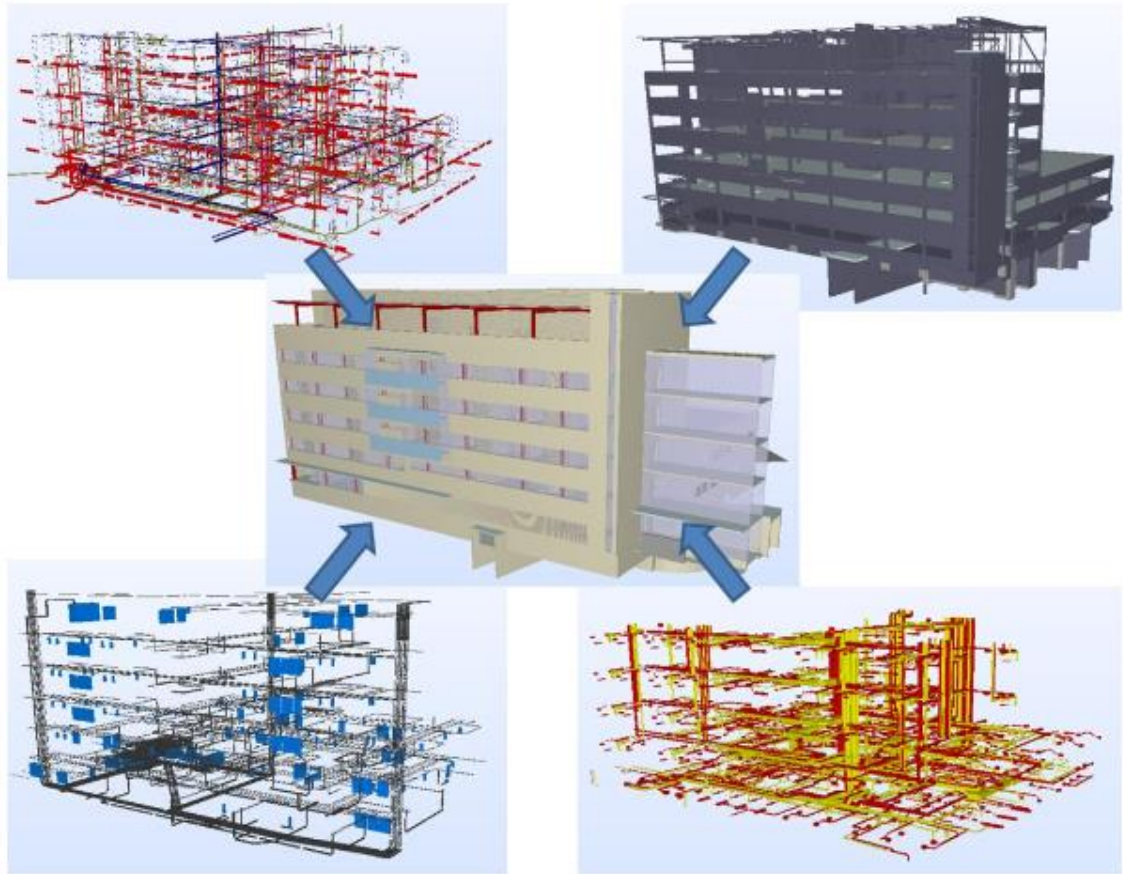
Suunnittelun käynnistyessä pidetään tietomallintamisen aloituskokous. Kokouksen tarkoituksena on, että kaikki osapuolet hahmottavat yhteiset pelisäännöt, tietomallinnussuunnitelman, yhteistyömenettelyt, dokumenttien hallinnan, tilaajan laadunvarmistuksen ja mallintamisen etenemisen. Eri osapuolten käyttämistä mallinnustarkkuuksista sovitaan. Suunnitteluryhmälle määritetään myös selkeät tarkennetut säännöt, kuinka suunnittelun raportointi suoritetaan. Kunkin suunnittelijan mallinnustehtävät hankkeen eri vaiheissa käydään läpi. Tietomallintamisen aloituskokous on hyvin keskeinen osa projektia, jotta yhteiset pelisäännöt hahmottuisivat selvästi. Arkkitehdin ensimmäinen malli annetaan erikoissuunnittelijoiden käyttöön, se tallennetaan projektipankkiin tai pilvipalveluun ja arkkitehti määrittää jokaisen suunnittelijan tietomallin koordinaatiston ja kohdistuspisteet yhtäläisiksi. Tietomallinnussuunnitelmaan tarvittavat täydennykset kirjataan aloituskokouksen kokousmuistioon. Aloituskokouksen järjestäminen voidaan asettaa esimerkiksi tietomallikoordinaattorin työtehtäviin. (2;5.)

Suunnittelualakohtaiset vastuuhenkilöt nimetään tietomallinnustehtävien osalta. Vastuuhenkilöinä voivat toimia kyseisen suunnittelualan vastuulliset suunnittelijat tai kyseisen suunnittelualan tietomalliasiantuntijat. Vastuuhenkilön tehtävänä on toimia yhteyshenkilönä tietomallinnusasioissa ja ohjata omaa suunnittelualan mallinnusta sovitusti. Hän huolehtii laadunvarmistuksesta osallistumalla tietomallinnussuunnitelman päivittämiseen ja kommunikoi muiden suunnittelualojen kanssa yhteisiin pelisääntöihin liittyen. Vastuuhenkilö osallistuu tietomallinnuspalavereihin ja tarkistaa omalta osaltaan yhdistelmämallien toimivuuden. Tarkastusprosessilla pyritään laadukkaampaan toteutukseen, joka peilautuu rakennus-

aikaisten virheiden vähenemisellä, kun ristiriitaisuuksia on saatu ennakolta poistettua suunnitelmista. Muutostöille laadittuja varauksia pystytään pienentämään perinteisestä suunnittelusta tietomallinnussuunnitteluun tultaessa. (2.)

Tietomallien laadunvarmistuksella käsitetään yleisesti suunnitelmien tietoteknisen laadun varmistamista ja mallien törmäystarkastelua. Lisäksi laadunvarmistuksella varmistetaan mallien tietojen riittävyys ja mallin tietosisältö verrattuna kyseiseen suunnitteluvaiheeseen ja tietomallinnusvaatimukseen. Laadunvarmistuksen lähtötietona toimii mallin lisäksi suunnittelijan toimittama tietomalliselostus. Suunnittelija antaa suunnitteluvaihe ilmoituksen ohessa tietomallintamisen vaihe ilmoituksen, jossa voidaan viitata tiettyyn tietomalliselostuksen versioon. (3; 2.)

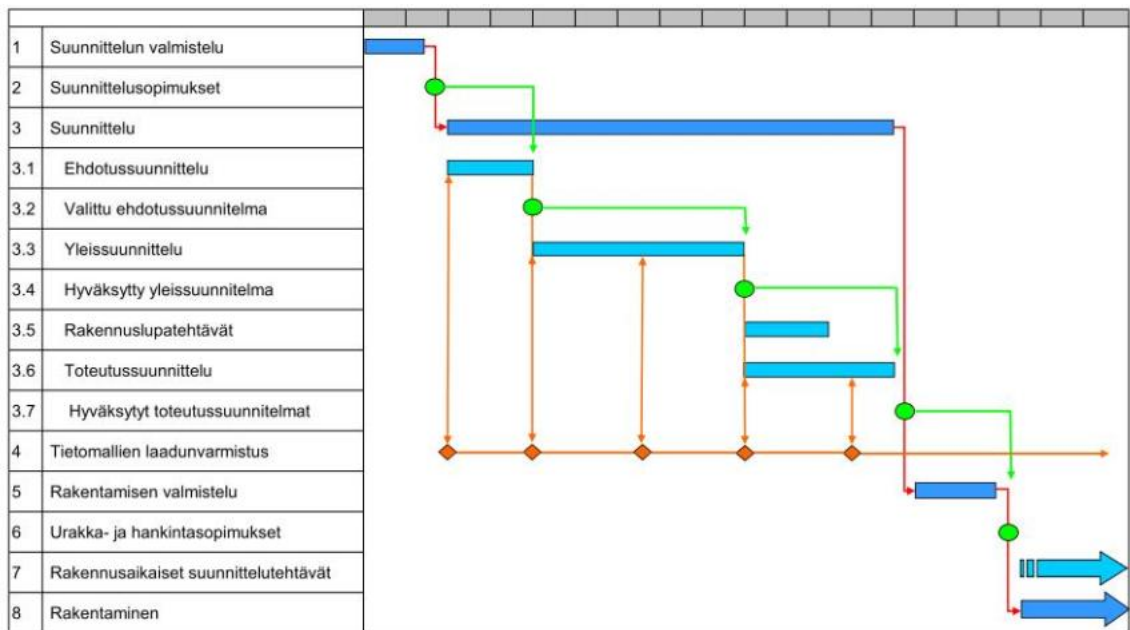
Suosittelava menetelmä on suunnittelukokoukset, joissa tietomallin avulla selvitetään suunnitelmien tilanne ja mahdolliset huomiota vaativat kohdat. Suunnittelijakokoukset voidaan pitää ennen suunnittelukokouksia. Suunnittelijakokouksia varten suunnitelmien tietomallit toimitetaan etukäteen siinä vaiheessa kuin ne sillä hetkellä ovat ja IFC-muodossa tietomallien yhdistämisestä vastaavalle taholle (tietomallikoordinaattori). Tietomallit yhdistetään ja tehdään alustavat huomiot suunnitelmien tilasta suunnittelijakokousta varten (Kuva 8). Kukin osapuoli liittyy tietomallitoimitukseen lyhyen selvityksen tietomallien tilasta ja valmiusasteesta. (14.)



Kuva 8. Eri suunnittelualuejen tietomallien yhdistäminen. (14)

Suunnitteluajakatauluun huomioidaan suunnittelua rytmittävät tilaajan päätöksentekopisteet, tilaajan laadunvarmistusta toteutetaan siten ajanjaksoittain (Kuva 9). Tietomallintamissuunnitelmaa päivitetään tarvittaessa. Laadunvarmistuksen osalta vastuut jaetaan yksittäisten suunnittelijoiden, suunnitteluryhmien ja tilaajan vastuisiin siten, että jokainen suunnittelija tarkistaa tietomallinsa tarkoin ja liittyy siihen tietosisällön turvaksi tietomalliselostuksen ennen kuin malli annetaan jatkoon. Huomioitavaa on, että suunnittelija on aina vastuussa toimittamansa tietomallin laadusta. Vaikka tilaajan laadunvarmistaja hyväksyisi virheellisen mallin, vastuu on silti virheen tekijällä, eikä sillä, joka ei virhettä huomannut. Suunnitteluryhmä yhteen sovittaa mallinsa ja tarkastaa parhaansa mukaan tietomallit virheiltä. Tilaajan laadunvarmistukseen nimetyn henkilön tulee käydä mallit läpi kattavammin ennen laadunvarmistuspisteitä. Kun ristiriidattomuudet on tarkastettu ja virheet havaittu, hän toimittaa suunnittelijoille palautteena raportin havaituista ongelmista malleissa. Ennen laadunvarmistuspistettä mallin on oltava täsmällinen. Varsinaiset tarkastuspisteet on syytä sopia osana normaalia suunnitelmien

aikataulutusta ja varata niihin riittävästi aikaa huomioiden myös mahdolliset korjauskierrokset. (14; 2.)



Kuva 9. Suunnittelu-aikataulu. (2)

	Säännöllisesti	Suunnittelukokouksiin	Tarkastuspisteet
Suunnittelija (oma läpikäynti)	X	X	X
Suunnitteluryhmän laadunvarmistus		X	X
Tilaaajan laadunvarmistus			X

Kuva 10. Tietomallien laadunvarmistus. (14)

Tietomallikoordinaattorin on järkevää määrätä erityisiä laadunvarmistuksen varmistuspisteitä tehtäväksi tilaajapäätöksiä edeltäviksi. Esimerkkeinä ovat vaatimusmallin tarkastaminen, ehdotus-, yleis- ja toteutussuunnitelmien sekä toteutumamallien hyväksyntä. Kattavan tarkastusprosessin avulla pyritään virheettömämpään toteutukseen. Suunnittelunohjausvaiheen tuloksena ovat sovitut tietomallisuunnittelun pelisäännöt. (2.)

3.4.3 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnittelussa perusratkaisu valitaan arkkitehdin tekemistä alustavista tila- tai tilaryhmämalleista. Tässä vaiheessa karkeatasoinen tilamalli edustaa käyttötarkoitukseltaan jokaista samanlaista tilaa kerroksessa. Huomioitavaa on

siis, että arkkitehdin on asetettava jokaiselle tilalle tietomalliin käyttötarkoitus, kuten toimisto tai varasto ja annettava sille nimi. Perusratkaisua verrataan vaatimusmalliin asetettujen tavoitteiden täyttämiseksi yhteistyössä tilaajan ja käyttäjän kanssa. Arkkitehdin tilamallin avulla voidaan tarkastaa ja havainnoida tilaohjelmaa, sillä on mahdollista kuvata tilojen vaihtoehtoiset ryhmittelyt tontille. Suunnittelun edetessä tilamallista tulee osa rakennusosamallia. (2.)

Mahdollista on, että tuotetaan tilapohjainen tavoitehinta-arvio ja vertaillaan sitä perinteiseen tavoitehinta-arvioon. Talotekniikan asiantuntijoita tarvitaan jo tässä vaiheessa suunnittelua, jotta heidän tarvitsemansa tilavaraukset voidaan suunnitella sulavasti arkkitehtuuriin. Kun arkkitehti on erotellut tilamalliin väliseinät ja ulkoseinät, mallintanut ikkuna-alueet (ikkunoiden koko on tärkeä, mutta sijainnilla ei tässä vaiheessa ole merkitystä) ja rakenteet ovat yhtenäisiä eli rakenteiden liitoskohdat ovat kiinni toisissaan, talotekninen asiantuntija ja energiakonsultti voivat toteuttaa energia-analyysijä. Analyysien perusteella projektinjohto yhdessä suunnittelijoiden kanssa varmistuu siitä, että projektille asetettavat energiatehokkuus-, olosuhde-, ja ympäristötavoitteet ovat asialliset. Talotekniikalle laaditaan vaatimusmalli huomioiden käyttö- ja ylläpitokustannukset. (2.)

Tilan tietojen huolellinen ja johdonmukainen käyttö on ensiarvoisen tärkeää, koska niitä tarvitaan tietomallipohjaisessa prosessissa useisiin tarkoituksiin kuten tilapohjaiseen kustannuslaskentaan, suunnitelmien ja tilaohjelmien vertailuun, energia-analyysihin ja kiinteistönhallintasovelluksiin. Minimivaatimuksena on, että IFC-tiedonsiirrossa siirtyvät tilan tunnistetiedot ja tilan käyttötarkoitus. Tilan pinta-ala voidaan laskea geometriasta ja muita tietoja voidaan siirtää esimerkiksi tietokantamuodossa, kun tilat ovat yksiselitteisesti tunnistettavissa tilan tunnistetiedon avulla. (3.)

Tilat mallinnetaan ohjelmiston tilatyökalulla. Ne ovat kolmiulotteisia mallinnusosia, joita rajaavat katto, seinät ja lattiat. Tilat sijoitetaan joko yhteen malliin jaoteltuina eri kerroksiin tai kerroksittain jaettuihin erillisiin mallitiedostoihin. Tehtävien simulointien ehtona on, että tilojen rajat ovat yhteneviä niitä ympäröivien komponenttien kanssa. Tämän tilatyökalu tekee automaattisesti. Alkuvaiheessa usealla tilalla voi olla sama tunnistetieto, jos ne ovat vaatimuksiltaan identtisiä. Suunnittelun loppuvaiheessa tunnistetietojen pitää kuitenkin olla yksilöllisiä, sillä niihin sidotaan

esimerkiksi huoneiden laiteasennukset ja varusteet (Kuva 11). Suunnittelijat noudattavat tilaohjelman mukaista numerointia suunnittelumalleissaan. (3.)

Rakennus tai porras	Asumnon numero	Huoneen tunniste	Tilan tunniste	Vaihtoehtoinen esitystapa
A	30	MH1	A.30.MH1	A30MH1

Kuva 11. Esimerkki asuntosuunnittelussa käytetystä tilatunnisteesta. (3)

Kun tilat on yksilöity, tieto päivittyy automaattisesti kaikkiin piirustuksiin, jotka tietomallista viedään ulos. Tiloja ei siis tarvitse nimetä erikseen jokaiseen piirustukseen, kuten perinteisessä suunnittelussa jouduttaisiin tekemään.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelija tarkistelee rakennevaihtoehtoja ja ratkaisuvaihtoehtoja ja laatii ehdotuksia. Talotekninen suunnittelija tarkastelee taloteknisiä ratkaisuvaihtoehtoja. Vaatimusmallia päivitetään päätösten pohjalta. Vaiheen tuotoksena ovat alustavat runkorakennerratkaisut, alustavat talotekniset tilavaraukset, alustavat energia-analyysit, markkinointimateriaali esimerkiksi tilojen vuokraukseen, vaihtoehtoisten suunnitelmaratkaisujen havainnollistus ja visualisointi, tilaluettelot ja raportit suunnitelmien yhteensovittamisesta. Arkkitehti on tehnyt alustavan tilamallin ja vaatimusmallia ylläpidetään. (2.)

3.4.4 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheen tuloksena saatavat mallit sisältävät jo valtaosan toteutussuunnitteluvaiheessa tarvittavasta tiedosta. (2.)

Tietomallipohjainen suunnittelu teettää suunnittelijoille enemmän työtä projektin alkupuolella. Tietomallinnussuunnittelun aikataulutukselle ei ole vakiintunutta käytäntöä, mutta käytännössä yleissuunnitteluun tarvittava aika ja työmäärä kasvavat perinteiseen verrattuna. Toisaalta mallit ja niiden sisältämä tieto kehittyvät suunnittelun edetessä jatkuvasti ja lopulta niistä tulee toteutussuunnitelmia, jolloin suunnittelijan toteutussuunnitteluvaiheessa tarvitsema aika yleensä vähenee. Työläs alku alkaa toteutussuunnittelussa palkita. (2.)

Yleissuunnittelussa suunnitteluryhmä kehittää onnistuneimman luonnossuunnitelman toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Yksittäisten osamallien lisäksi

keskitetään huomio mallien yhteistarkasteluun - saumattomaan toimintaan. Yhteensovitukselta tuotetut raportit tuovat ilmi suunnitteluvirheet. Arkkitehti luo alustavan rakennusosamallin, joka on rakennesuunnittelijalla lähtötietona. Tämän IFC-mallin on oltava mallinnustarkkuudeltaan riittävän tarkka, jotta se soveltuu rakennemallin lähtötiedoksi. Malleja voi olla useampia eri ratkaisuvaihtoehtoja varten. Rakennesuunnittelija luo rakennemallin, taloteknisen suunnittelijat alustavat järjestelmäosamallit ja alustavan talotekniikan tonttimallin. Jokaiseen malliin liitetään tietomalliselostus. (2; 5.)

Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa talotekninen suunnittelija varaa tekniikalle riittävät tilantarpeet sekä tarvittavat tekniset tilat huomioiden asennusten ja laitteiden vaatimat huoltoalueet ja –tilantarpeet. Päävastuu reikä- ja varaussuunnittelun koordinoinnissa on päärakennesuunnittelijalla. Tilavaraukset käydään läpi arkkitehdin kanssa. Arkkitehti mallintaa TATE-suunnittelijan tarvitsemat tilat omaan malliinsa normaaleina teknisinä tiloina, käyttäen tilaobjekteja. Vaakasuuntaiset kerrosverkot talotekninen suunnittelija mallintaa itse, tarkoituksenaan esittää geometrian avulla pääreittien sijainti. Tarkemmat verkostojen sijainnit selviävät perinteisten 2D-yhteisleikkausten avulla. (15.)

Tilaohjelman ja suunnitelmien välillä tehdään laajuusvertailuja. Tilapohjaista kustannusarviota tarkennetaan. Alustava rakennusosapohjainen kustannusarvio kertoo jo pitkälti toteutussuunnitelman määristä. Suunnitteluratkaisujen havainnollistamiseksi voidaan mallintaa mallihuone ja palvelukaaviot sekä konehuoneet. Tuotannon hyödyntäessä mallia voidaan perustaa alustava 4D-aikataulutus rakentamisajalle. Rakenne- ja käyttöikä-analyysit, energia-analyysit, valaistussimuloinnit, sekä muut mallista saatavat visualisoinnit antavat hyvin valokuvamaista kuvaa rakennuksesta ja havainnollistavat käyttäjää ja tilaajaa. (2.)

3.5 Rakennuslupa

Rakennuslupavaiheessa varmistetaan mallien avulla viranomaismääräysten täyttyminen. Malleista tuotettujen simulointien avulla voidaan todentaa määräysten noudattaminen muun muassa laajuuden, esteettömyyden, palo- ja pelastau-

tumisturvallisuuden ja energiatehokkuuden suhteen. Dokumentoidut rakennuslupavaiheen tietomallit toimitetaan tallennettavaksi rakennusvalvontaan. Lisäksi toimitetaan hankkeen päättyessä toteumamallit rakennusvalvontaan. (2.)

Toimitettavien tietomallien kylkiäisenä toimitetaan myös tietomalliselostukset ja havainnollistavat kuvat esimerkiksi ympäristöselvityksen tueksi, sekä laajuustiedot ja energiaselvitys. Pääpiirustukset otetaan ulos mittatarkasta rakennusosamallista.

3.6 Toteutussuunnittelu

Mallien tarkkuus kehitetään rakentamisen edellyttämään tasoon ja tarjouslaskentaan soveltuvaksi. Urakkalaskenta voidaan tehdä tietomallin perusteella lukuun ottamatta rakennedetaljeja, joihin tietomallin tarkkuustaso ei riitä ja ne on siis tuotettava erikseen. Pääasiassa tuotettujen paperidokumenttien tulee kuitenkin perustua tietomalleihin. (2.)

Toteutussuunnittelussa rakennusosamalli, rakennemallit ja järjestelmämallit valmistellaan. Arkkitehdin rakennusosamallin pohjalta rakennesuunnittelija luo rakennemallin. Rakennemalli sisältää kantavat rakennusosat sekä erikseen sovitut tärkeimmät kantamattomat rakennusosat, jotka määritellään tuoteosa- ja tuotantosuunnittelulle riittävän tarkasti. Rakennemallista rakennesuunnittelija tekee toteutus- ja tuotantosuunnitelmat, mikäli niiden tuottaminen on hänen vastuullaan. Tyypillisesti lopullinen rakennusosamalli tehdään urakkalaskentavaiheessa. Talotekniikan järjestelmämalleissa esitetään muun muassa talotekniikkajärjestelmien palvelualueet, päätelaitteet, putkistot ja keskuslaitteet. (3;16.)

Tonttimalli tehdään laskentaa ja toteutusta varten valmiiksi. Urakoitsijan tehtävät määritellään rakentamisen valmisteluvaiheessa. Toteutusta varten asetetaan malliin reikävaraukset ja yhtenä ominaisuutena määräluettelot saadaan ajettua ulos tietomallista. Kustannusarvio tehdään rakennusosapohjaisena. Järjestelmämallit tehdään valmiiksi laskentaa varten ja laaditaan tarkennettu kustannusarvio. Riskianalyysit ja vaatimusmallit päivitetään. Tuote- ja järjestelmäosasuunnittelua tehdään sovitussa laajuudessa. Tuloksena ovat rakennusosamallit toteutusta varten. (2.)

3.7.1 Rakentamisen valmistelu

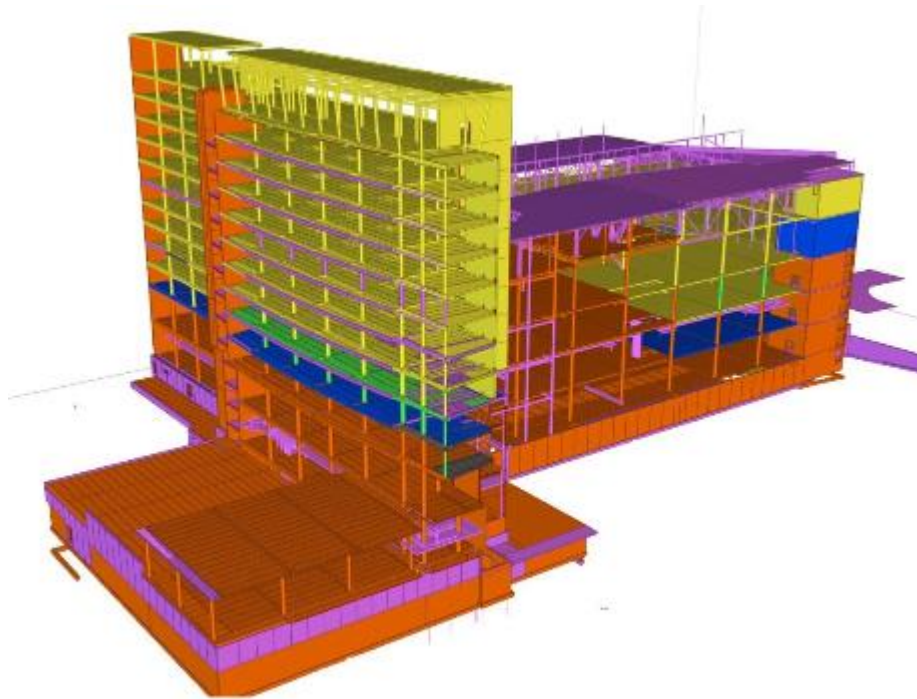
Rakennuttaja päättää, annetaanko tietomalleja IFC-muodossa urakoitsijan urakalaskenta-aineistoon tai malleista otettuja määräluetteloita. Jos suunnittelijoiden kanssa näin on sovittu, tämä on mahdollista. Toimitetaanko malli sitoumuksetta vai sitoudutaanko siihen? Vastuukysymysten takia esimerkiksi mallin määrien oikeellisuutta koskiessa mallit ja näistä tuotetut määrät on yleensä toimitettu sitoumuksetta urakoitsijan käytettäväksi. YTV 2012 osan 11 mukaan ”Mikäli urakoitsijan edellytetään käyttävän tietomalleja työmaatoteutuksessa, mallit tulee toimittaa tältä osin tilaajaa ja suunnittelijaa sitovina. Tärkeätä on, että urakoitsijalle annetaan myös tarkastuspöytäkirjat ja tietomalliselostukset, joista selviää tietomallien tarkkuus, laajuus ja valmiusaste.”

Kun mallit on toimitettu sitoumuksetta, on niiden rakentamisaikainen käyttö hidastunut. Kun malliin ei sitouduta, voi urakoitsija ajatella ovatko mallit ja määrät korrekkeja. Tietomallit ja tietomalliselostukset yksilöidään ja ne nimetään urakkasopimuksen teknisiksi asiakirjoiksi. Niille määritetään pätevyysjärjestys muihin asiakirjoihin verrattuna. Urakkaohjelmaan voidaan lisätä urakoitsijan tehtävät ja velvoitteet tietomallipohjaisessa projektissa YTV 2012 osan 13 mukaan. Kustannuksiin vaikuttavat vaateet esitetään jo tarjouspyynnössä. Tietomallin käytön ja luovuttamisen rajoitukset urakoitsijan on välitettävä alihankkijoille. (2.)

Urakkaneuvotteluvaiheessa suunnitelmien katselmoinnin yhteydessä järjestetään katselmus, jossa rakennuttaja, pääsuunnittelija ja muut tarvittavat suunnittelijat sekä urakoitsijat toteavat käytössä olevat tietomallit sekä niiden tuottamisessa käytetyt mallinnusohjelmat ja versiot. Samalla todetaan urakkasopimukseen sisältyvät malliversiot. Tietomallien katselmointi tulee dokumentoida yhteiseen kokousmuistioon tai vastaavaan. (13.)

Urakoitsijan pätevyys on edelleen ratkaisevassa roolissa tietomallin käytölle. Jos tietomallintamisesta ei ole aikaisempaa kokemusta, ei voida olettaa urakoitsijan ymmärtävän mallia. Ennen urakkasopimuksen tekemistä on hyvä varata aikaa tietomallien katselmointiin. Aikataulutehtävien osalta on sovittava erikseen, miten ne jakautuvat suunnittelijoiden ja urakoitsijan välillä. Mallit luovutetaan kuitenkin

sellaisessa muodossa, että aikatauluttaminen onnistuu siihen soveltuvilla kaupallisilla ohjelmistoilla. Jos suunnittelijoilta vaaditaan mallin jaottelua aikataulutuksen mukaan, on tästä sovittava erikseen heidän kanssaan (Kuva 12). (13.)



Kuva 12. Mikäli suunnittelijoilta vaaditaan aikatauluun jaoteltua mallia, on siitä sovittava erikseen. Mallista ilmenee esimerkiksi värikoodein eri viikkoina tai kuukausina toteutettavat rakennusosat ja oranssilla jo toteutettu. (13)

Tilaja päättää hankekohtaisesti rakentamisaikataulun ja rakentamisen toteumatilanteen esittämisestä tietomallissa. Työmaan aluesuunnitelma voidaan myös tehdä tietomallipohjaisesti mallintamalla käyttö. Työturvallisuusratkaisujen noudattaminen voidaan esittää mallissa. Lisäksi on päätettävä muutostöiden dokumentointitapa esimerkiksi laserkeilaamalla tai valokuvaamalla. Tuotannolliset syyt aiheuttavat usein suunnitelmiin muutoksia rakennettaessa ja viimeistään silloin on sovittava kuinka rakennusaikaiset muutokset luontevasti dokumentoidaan ja siirretään vastaaviin tietomalleihin. (13.)

Periaatteena on, että kun suunnittelu on tilaajan vastuulla, urakoitsija toimittaa tuotannon toteumatiedot suunnittelijoille, jotka laativat toteumamallit. Urakoitsijaan kohdistuvat vaatimukset tuotantotietojen toimittamisesta toteumamalleihin

määritellään jo urakkatarjouspyynnössä. Tuoteosakaupassa toimittaja vastaa toteumamallista oman tuotteen osalta, ja tilaaja tai tilaajan toimeksiannosta esimerkiksi pääsuunnittelija vastaa tuoteosakauppoihin liittyvien mallien yhdistämisestä suunnittelijoiden toteumamalleihin. (13.)

Jos urakoitsijan valitsemat tuoteosat poikkeavat mallissa määritellyistä tiedoista, hyväksyttää hän ne tilaajalla ja toimittaa suunnittelijalle osien geometria- ja tuotetiedot välittömästi kun tuotteet tiedetään. Rakennuttajan kannalta tärkeintä on, että syntyvä toteumamalli vastaa kaikilta osin valmista rakennusta.

Vaiheen tuotoksina ovat valmiit rakennus- ja rakenneosamallit, järjestelmämallit ja niistä johdetut määräluettelot, sekä muut urakkalaskenta-aineistoon sisältyvät tietomallit selostuksineen. Pätevien urakoitsijoiden valintojen ohessa on myös määriteltävä dokumenttien ja projektinhallintajärjestelmän käyttö. (2.)

3.7.2 Rakentamisen ohjaus

Rakentaminen tapahtuu tietomalleja ja asiakirjoja noudattaen, rakennustyön aikana päätettävien muutosten mukaisesti. Rakennusvaihe aloitetaan tietomallinnuksen aloituskatselmuksella. Tietomallinnuksen toimintatavat ja yhteistyö koordinoidaan ja tietomallikoordinaattori vastaa, että vastuulliset osapuolet ovat toimittaneet sopimukseen kirjatut ja vaaditut toteumatiedot ennen rakennuksen vastaanottoa. Rakentamista ohjataan, jotta rakennusaikaisten tietomallinnustehtävien suoritus toteutuu ja samalla varmistetaan sopimuksenmukainen tavoitteet täyttävä toteutus. Tuotannon käyttöön luovutettavat tietomallit yksilöidään ja niiden käyttötarkoitus sekä laadunvarmistus todetaan osapuolten yhteisessä katselmuksessa. Urakoitsijalle esitetään mallien käyttöön liittyvät menettelyt ja käytännöt. Tilaajan velvollisuutena on myötävaikuttaa tietomallien toimittamiseen yhteisesti sovitussa laajuudessa ja aikataulussa. (2.)

Urakoitsijaa tietomalli tehostaa esimerkiksi työvaiheiden aloituspalaverissa havainnollistajana, tilankäytön hahmottamisessa, sijaintikohtaisessa määrälaskennassa, mittojen ja korkeusasemien tarkastamisessa, työmaa-alueen käytön suunnittelussa, elementtituotannossa, työturvallisuussuunnittelussa, hankintatoimissa ja osapuolten välisessä 4D-aikatauluhallinnassa. Lisäksi tietomallit visualisoivat ja toimivat selkeyttävänä datana urakoitsijapalaverissa. (13.)

Rakennusvaiheessa laaditaan raportit rakennusaikana muutettujen tietomallien laadunvarmistuksesta, törmäystarkasteluista ja suunnitelmien yhteensovittamisesta. Urakoitsijalta sitoutuneella sopimuksella tilatuista toimenpiteistä tuotetaan tulosteet. Rakennuksen normaalikäytöstä teetetään energia-analyysi. Arkkitehti päivittää rakennusosamallin toteumamalliksi (as-built) rakennuksen valmistuttua. Toteumamallin idea on, että se vastaa täsmällisesti toteutunutta rakennusta. Sitä päivitetään muutosten yhteydessä joko välittömästi tai esimerkiksi viikko kerrallaan. Rakennusvaiheen tuloksena on vastaanottopäätös. (2.)

3.7.3 Käyttöönoton ohjaus

Urakoitsijat ja suunnittelijat tekevät luovutusasiakirjat perinteisen rakennushankkeen tavoin. Uutta tietomallinnushankkeessa on niin sanottujen toteumamallien luovutus suunnittelijoilta tilaajalle. Rakennustöiden päätyttyä kukin suunnittelija luovuttaa toteutunutta rakennusta vastaavan tietomallin tilaajan hallintaan. Nämä mallit on oltava kuvattuna suunnittelija- ja urakkasopimuksissa. (2.)

Käyttöönoton yhteydessä voidaan havainnollistaa rakennusta tuleville käyttäjille tietomallin avulla. Käytönopastus on siten tehokkaampaa, kuin jos tutkittaisiin pelkästään piirustuksia. Projektinjohto nimeää henkilön huoltokirjavelvoitteiden koordinoijaksi. Yhteistyössä hänen kanssaan tietomallikoordinaattori varmistaa, että kiinteistölle luovutettavat tietomallit sisältävät huoltokirjavaatimusten ohjeistamat tiedot. Rakentamisvaihe tarkastetaan päivitetyllä energia-analyysillä. Huoltokirja valmistetaan ja tietomallit valmistuvat toteumamalleiksi. (2.)

Rakennushankkeen jälkeen takuuajana tietomallit jäävät sopimusten mukaisesti tilaajan hallintaan. Ne soveltuvat hyödynnettäviksi lähtötiedoiksi myöhemmin suunniteltaville muutos- ja korjaustöille. Tietomalleja on tarkoitus päivittää koko rakennuksen elinkaaren ajan, ne vastaavat kyseistä rakennusta virtuaalisesti. Energiankulutusta verrataan asetettuihin tavoitteisiin. Rakennuksen ylläpidolle laaditaan ylläpitomalli, joka ei välttämättä ole täysin tarkka, vaan se sisältää käytön tarvitseman tiedon talotekniikasta, järjestelmistä ja materiaaleista. Ylläpidossa tietomallin IFC-versiota voidaan hyödyntää kaupallisilla ohjelmilla, se on tulevaisuutta.

4 Case: Tietomallin käyttömahdollisuudet Teatteri Imatra -projektissa

4.1 Yleistä

Uuden Teatteri Imatran rakennusprojektissa tietomallia hyödynnettiin urakoitsijan tilaamassa elementtisuunnittelussa ja arkkitehdin tekemissä sisätilojen havainnollistamiskuvissa. Hanke ei ollut tietomallipohjainen, sillä rakennuttaja ei sitä vaatinut. Suunnittelu toteutettiin elementtisuunnittelua lukuun ottamatta perinteisin menetelmin, eikä yhdistelmämallia siten tuotettu. Rakentamisvaiheessa ilmeni varaussuunnitteluvirheitä, joita tietomallintamalla olisi saatu vähennettyä, kun suunnittelijoiden tietomallit olisi yhteen sovitettu tietomallikoordinaattorin toimesta ja virheet korjattu jo ennen rakentamista. Reikiä ilmeni yleisesti väärässä korossa, väärässä paikassa tai puuttui kokonaan. Rakennuksen kompleksisuudesta ja haasteellisesta korkojen vaihtelusta johtuen tietomallintaminen olisi palvellut teatterin suunnittelua. Mallintaminen olisi vaatinut kuitenkin lisää sitoutumista, aikaa ja yhteistyötä. Esitystekniikan valvoja linjasi kokemuksiinsa perustuen, että teatterirakennuksen suunnittelu vaatisi aikaa yhdeksän kuukautta. Toteutuneeseen suunnitteluun käytettiin kuukausia noin kahdeksan.

Rakennuttajalle tietomalli olisi antanut tukea investointipäätöksen teossa, kun olisi voitu vertailla eri ratkaisujen toimivuutta, kustannuksia ja laajuutta tietomallipohjaisesti. Yleisesti teatterirakennuksia suunniteltaessa tietomallinnus on keskeisessä roolissa, antaen käyttäjälle mahdollisuuksia tarkastella erilaisia rakentamisvaihtoehtoja ja nostaen ennalta esiin tärkeitä kysymyksiä koskien tulevaa käyttöä. Erityisesti näyttämö on teatterirakennuksen sydän, jonka ympärille kaikki suunnittelu ja toteutus kiteytyy.

Osapuolet pitivät yhteyttä sähköpostin välityksellä sekä suunnittelu- ja työmaakokouksilla sekä muilla kokouksilla. Sähköpostin vaarana oli esimerkiksi se, että viestin aiheesta puuttuu kohteen nimi. Postit hukkuivat muiden viestien tulvaan, jolloin viestien etsiminen sekoitti ja vei turhaa aikaa, vaarana olivat tiedonvälitysmiskatkokset. Sähköpostiviestiketjut etenevät yleisesti nykivästi, kun osapuolet ottavat vuorollaan kantaa asiaan, esimerkiksi ongelmalliseen suunnittelukohtaan.

Tietomallipohjaisena projekti olisi vaatinut projektipankin tai pilvipalvelun käyttöä jo heti suunnittelun alkaessa. Se olisi tehostanut kommunikaatiota ja tiedonsiirto olisi yksinkertaistunut, kun ongelmakohta olisi voitu merkitä tietomalliin ja siitä voitaisiin antaa tietoa tietomalliselostuksessa. Jokainen suunnitteluala lähettäisi osakohtaisen mallinsa projektipankkiin sille luotuun kansioon ja muut asiakirjat asianmukaisiin kansioihin. Tietomallikoordinaattori saisi valmiit mallit yhdistelmämallin kokoamiseksi sille varatusta kansioista esimerkiksi ”valmiit”. Näin ei jäisi epäselväksi, oliko malli keskeneräinen vai jo suunnittelualakohtaisen vastuuhenkilön tarkastama. Samalla paperimäärää saataisiin vähennettyä ja kopiointikustannuksilta vältyttäisiin. Pääpiirustukset kuten tasopiirustukset liittyisivät mallin kautta toisiinsa: muutoksia tehtäessä piirustukset päivittyisivät samanaikaisesti. Perinteisessä suunnittelussa jokainen piirustus on itsenäinen ja toisistaan riippuvainen, joten muutokset laaditaan piirros kerrallaan. Se on työlästä ja aikaa vievää. Tietomallin hyödyntäminen ei poista kuitenkaan DWG-suunnittelua kokonaan, sillä mallit ovat kovin työläitä rakentaa tarkimmalle detaljitasolle asti, eivätkä ne näin ollen olleet taivutettaviksi helposti pienimpiin detaljeihin.

4.2 Teatterin sisätilojen tietomalli

Arkkitehti laati teatterin katsomosta ja aulasta tietomallin Revit-ohjelmalla. Tuotetut valaistussimuloinnit ja havainnollistamiset tukivat tilaajan, rakennuttajan, suunnittelijoiden sekä urakoitsijoiden työtä. Teatterin aulan taideteoksen näkyvyydelle ja ulkonäölle voitiin luonnostella erilaisia värejä ja valoja (Kuva 13).

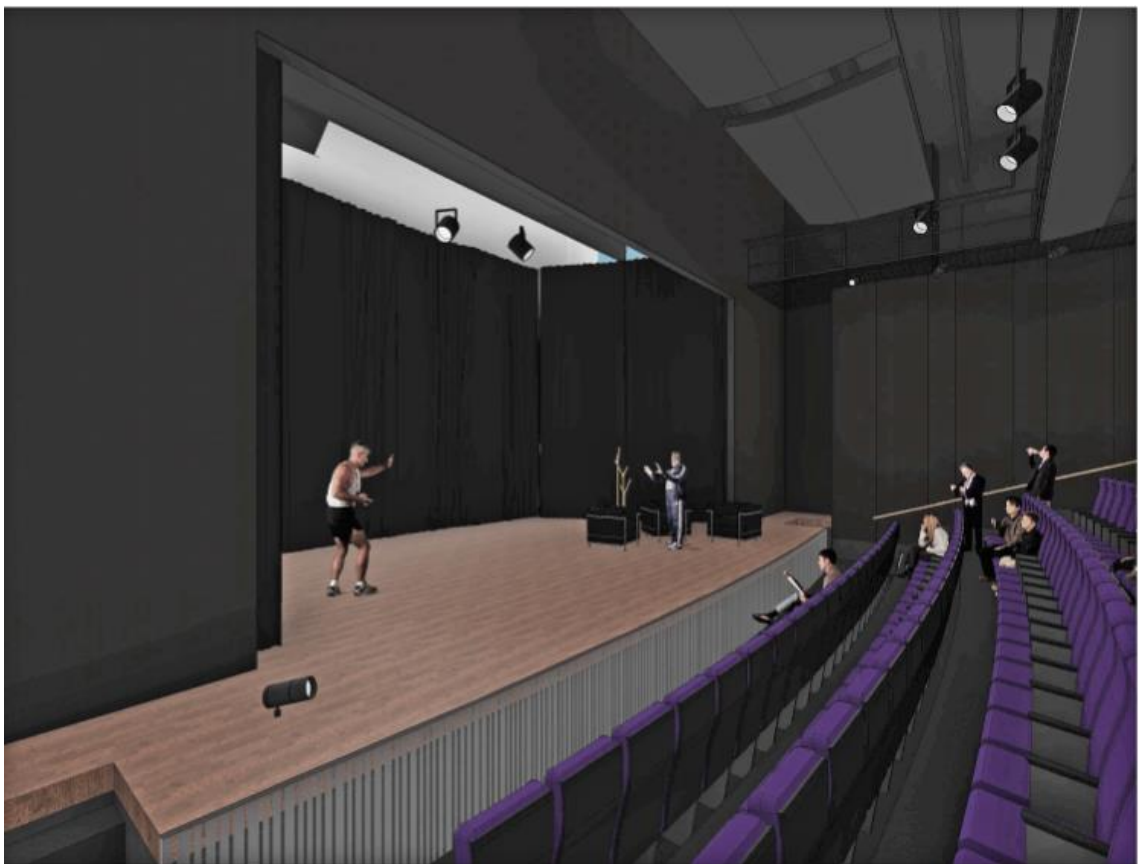


Kuva 13. Arkkitehti mallinsi teatterin aulan ja katsomon Revit-mallinnusohjelmalla. Mallista tuotetuin renderöinnein voitiin havainnollistaa esimerkiksi kuvassa taustalla näkyvää aulan taideteosta ja kuinka valo osuu siihen, kuinka hyvin taide nousee esille. (17)

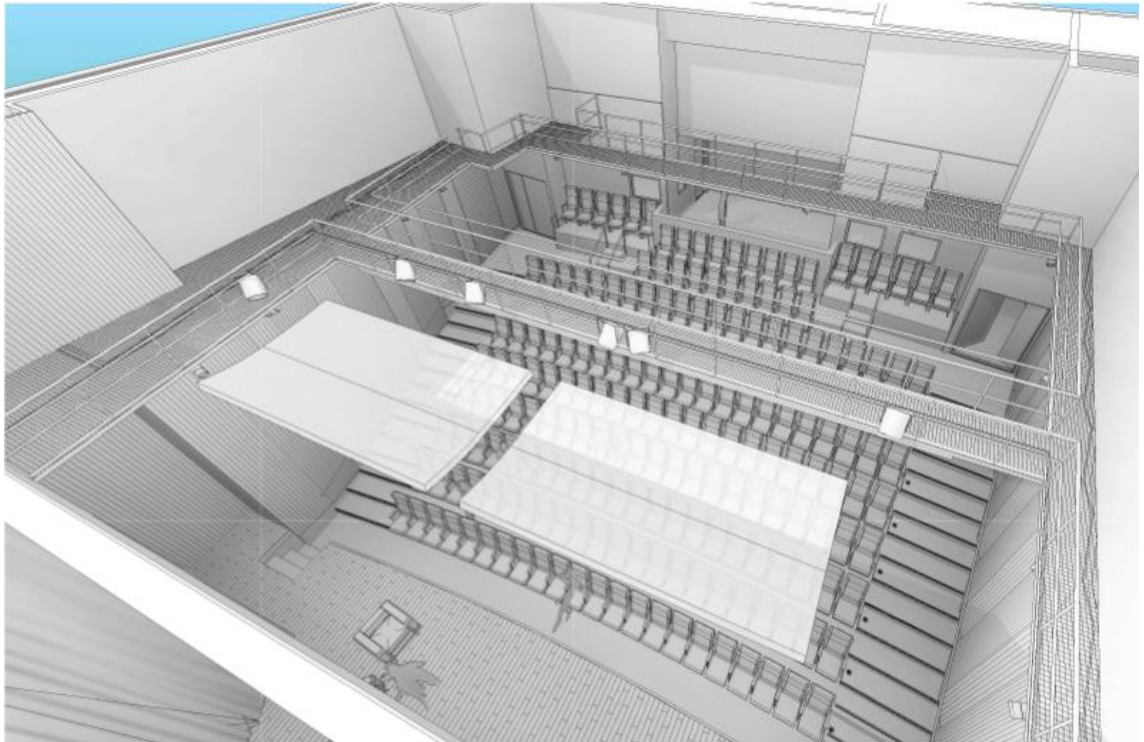


Kuva 14. Sisätiloista tuotettu tietomalli havainnollistaa ja visualisoi hyvin kameranomaisissa yksityiskohtaisissa kuvissa antaen tukea päätöksenteolle. (17)

Urakoitsijan käyttöön arkkitehti antoi niin sanotusta sisustusmallistaan Revitin realistic-tasolla laadittua esikatselumateriaalia (Kuva 15). Realistic-taso näyttää materiaalit ja ihmiset ja toimii kuten renderöinti. Erona on se, että renderöinnillä saadaan määritettyä tarkasti valaistusta ja varjoja. Realistic-tason kuvien tuotto on nopeaa (30 kuvaa/tunti), kun taas renderöinnillä voi mennä kuvan tuottamiseen valaistuksen ja heijastuksen takia jopa vuorokausi. Lisäksi Revitistä hyödynnettiin ”shaded”-esitystapaa eli varjostettua esitystapaa. Näin esimerkiksi teatterin hoitosillat saatiin kuvattua rakentamisen kannalta paljon havainnollisemmin, kun ääriviivat näkyivät tarkasti (Kuva 16).



Kuva 15. Realistic viewillä tuotettu kuva, jota ei ole tyylitelty, mutta tukee rakentamisratkaisuissa havainnollistavana materiaalina esimerkiksi lavan etureunaan sijoitettavan valojohteen asennuksessa. (17)



Kuva 16. Teatterin hoitosiltoja kuvattuna Revitin varjostetulla esitystavalla (17)

Mallinnusohjelman ohella Photoshop-kuvankäsittely on oleellinen jälkikäsittelyn työväline visualisoivaa ja myyvää materiaalia tuottaessa. Sillä värisävyjä, valoja ja heijastuksia voidaan elävöittää. Oheisessa kuvassa 17 on käsittelemätön ja kuvassa 18 on Photoshopin avulla käsitelty havainnekuva teatterin katsomosta.



Kuva 17. Käsittelemätön havainnekuva (17)



Kuva 18. Photoshopattu versio on huomattavasti elävämpi (17)

Arkkitehdin tekemä sisustusmalli oli hyvin tarkka, paljon normaalia tietomallia tarkempi. Penkit, kulkusillat, akustiset paneelit ja jopa portaan kulmalistat mallinnet-

tiin todella tarkasti, koska niihin tuli valot ja tavoitteena oli myyvä materiaali. Valitusta penkkimallista oli esittelykappale arkkitehtitoimistolla. Bimobjectin verkkosivuilta yli 400 valmistajan joukosta voitiin hakea penkkiä vastaava objekti tietomalliin ja se muokattiin mitoiltaan mallikappaletta vastaavaksi. Arkkitehti kehui Bimobjectin kirjastojen laajuutta, sillä vaikka verkkosivuilla ei aina ole Revitille yhteensopivaa objektiä, palautetta antamalla sen voi sinne saada. Kuitenkin tietomallinnusohjelmiin tarvittaisiin laajempia objektikirjastoja, sillä arkkitehdin itse Internetistä etsimät ja muokkaamat objektit vievät aikaa. Positiivista on, että verkossa toimivat pilvipalvelut, kuten Bimobject laajentuvat kirjastoiltaan koko ajan. Revitissä tekijänoikeuksia ei myöskään voi suojata, eli kun joku on tehnyt alkutyön, muut voivat tätä hyödyntää.

4.3 Toimintamallimuutokset

Arkkitehti toimitti projektin hankesuunnitteluvaiheessa jokaiselle rakentamisvaihtoehdoille oman tilaohjelman ja luonnospiirustukset perinteisin suunnittelumenetelmin. Arkkitehtitoimistolla olisi ollut kuitenkin edellytyksiä tietomallipohjaiselle suunnittelulle välineenään Revit-mallinnusohjelma. Rakennuttaja olisi tietomallipohjaisessa hankkeessa vaatinut tietomallit kaikista kohdevaihtoehdoista ja ilmaissut arkkitehdille etukäteen haluamansa tietomallin sisältötason sopimuksessa ja arkkitehdin kanssa pidettävässä aloituskokouksessa. Ensimmäinen malli olisi toiminut erikoissuunnittelijoiden lähtötietona ja he olisivat voineet käyttää sitä referenssitietona mallintaessaan osakohtaisia tietomallejaan. Taulukkomuotoiset tilaohjelmat olisi tietomallipohjaisessa hankkeessa nimetty vaatimusmalleiksi.

Kun kohteista olisi vaadittu tietomalleja jo hankesuunnittelussa, arkkitehti olisi voinut tehdä alustavia tilamalleja ja saada huonetilaohjelman ulos tietomallista, jonka jälkeen hän olisi lähettänyt kunkin IFC-version pilvipalvelimelle rakennuttajan käyttöä varten. Rakennuttaja olisi tehnyt määrien avulla tavoitehinta-arvion Haahtelan indeksien mukaisesti. Jos näin olisi toimittu, tontin ja rakennuksen muodon pitäisi olla jo selvillä ennen tietomallintamista. Tapa olisi ollut alussa työläs sekä aikaa vievä jokaisen kohteen osalta, mutta vaihtoehtona mallinnus olisi voitu aloittaa sen jälkeen, kun kaupunginvaltuusto teki tonttipäätöksen. Hanke-

suunnitelma olisi voinut olla pelkkä massamalli ja siihen liitettävä tietomalliselostus, joka havainnollistaisi mallista puuttuvia objekteja ja tulkitsisi tässä vaiheessa syntynyttä tietomallia. Lisäksi geosuunnittelija tai arkkitehti olisi luonut mahdollisesti tontin mallin, kun entinen teatteri purettiin. Pintavaaitus olisi tehty projektin aikaisemmassa vaiheessa, lähtötietojen hankinnassa, jolloin arkkitehti olisi asettanut tietomalliinsa oikeaan korkoaseman, eikä sitä olisi tarvinnut muuttaa projektin edetessä taikka moneen yksittäiseen piirustukseen. Jos muutoksia joka tapauksessa piti tehdä, on ne tietomalliin tehtäessä yleensä helpompia kuin 2D-suunnittelussa.

Mikäli arkkitehti olisi tuottanut vasta hyvin karkeatasoisiakin malleja, olisi rakennuttajan hyöty ollut se, että hän olisi voinut jo varhaisessa vaiheessa arvioida kustannuksia ja erilaisia suunnitteluratkaisuja. Kun kustannuksiin vaikuttavat päätökset voidaan tehdä aikaisin, suunnittelu etenee sujuvammin kaikilta osapuolilta. Tietomallipohjaisessa hankkeessa erikoisuunnittelijat paneutuvat työhönsä jo hyvin varhaisessa vaiheessa aiemmin kerrotun tietomallin tarkkuuden ansiosta. Kustannuslaskija saa tietomallista valmiit listat tai ainakin selkeämmin määrät eri komponenteista. Tämä helpottaa hinnan arviointia. (7.)

Arkkitehtitoimiston mukaan Revitissä ei ole tilamallin tuottamismahdollisuutta, mutta massamallin luonti on mahdollista ja se on kuin tilamalli. Käytännössä tässä tuotetaan massaa – kuin muovailuvahaa – jota voidaan venyttää ja pilkkoa, myös myöhemmin lisätä ja yhdistää eri palasia. Lopulta kun massan ulkomuoto miellyttää, siivutetaan se vaakatasossa kerroksittain ja massoja voidaan muuttaa seiniksi, lattioiksi tai vaikka katoiksi. Pinta-alat ja tilavuudet detaljoidaan, jolloin projektin alkutyö ja hankesuunnittelu on tehty hyvin kattavasti. (17.)

Rakennuttaja olisi nimennyt hankkeelle mahdollisimman aikaisin tietomallikoordinaattorin. Koordinaattorin tehtävänä olisi ollut alustavien vaatimusmallien laatimisesta huolehtiminen. Hän olisi laatinut alustavan tietomallinnussuunnitelman ja edelleen huolehtinut varsinaisten vaatimusmallien laatimisesta sekä tietomallinnussuunnitelman päivittämisestä ja tarkentamisesta. Koordinaattori olisi ohjannut toimintatapaa ja tarkastanut myöhemmin syntyvät yhdistelmämallit sekä raportoinut hankkeen tilaajalle ja suunnittelujohdolle sovitusti. (2.)

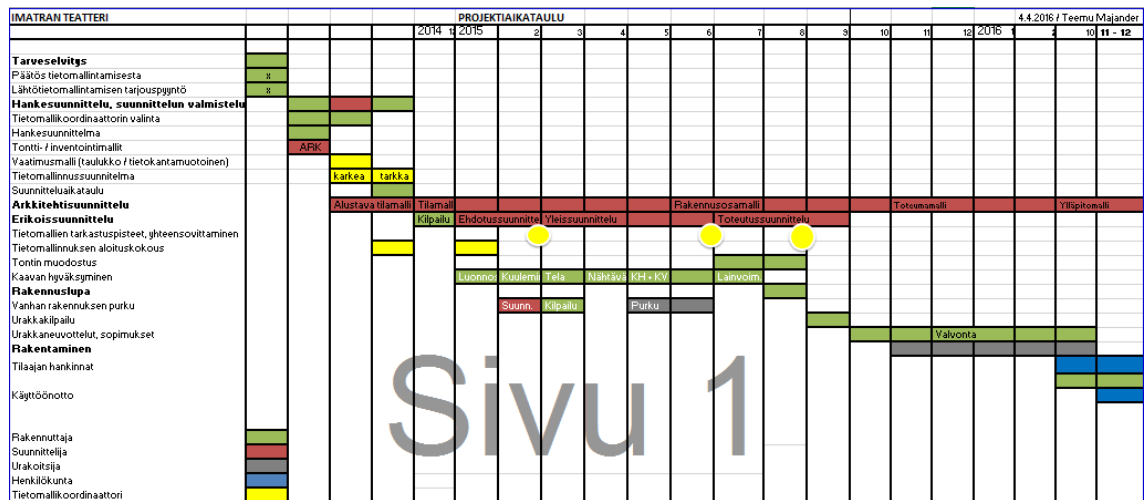
Arkkitehdin tuottaman suunnittelu-aikataulun tekeminen tai ainakin sen tarkastaminen olisi voinut olla tietomallikoordinaattorin tehtävä. Rakennuttajan määrittäessä suunnittelijoiden valintakriteerejä tarjouspyyntöihin, koordinaattori olisi tarkastanut, että kriteerit täsmäävät organisoituun tietomallintamisen suunnitteluun ja että vaaditaan selkeästi oikeita mallinnuksen tarkkuustasoja eri suunnitteluvaiheilta. Suunnittelijoilta on vaadittava käytettäväksi ohjelmistoa, joka kykenee tuottamaan avoimessa tiedonsiirrossa käytetyn IFC-tiedoston (5). Kun suunnittelu-tarjouspyyntö lisätään HILMAan, ehdoissa tulisi lukea vaatimukset tietomallintamiselle tai sitten lisätään liitteiksi mallinnusvaatimukset ja arkkitehdin tuottama IFC-tiedosto havainnollistavana aineistona. Tarjouspyynnössä viitataan tuoreimpiin suunnittelijoiden tehtäväluetteloihin mallia 2012 ja merkataan ylös kohdat, joita vaaditaan. Uusimpia tehtäväluetteloita vaaditaan käytettäväksi siksi, että vanhemmissa tehtäväluetteloissa tietomallinnuksesta ei mainita. Imatran teatterissa käytetyt tehtäväluettelopohjat olivat mallia 95.

Kun rakennuttaja olisi tarjouspyynnössään vaatinut tietomallipohjaista suunnittelua, olisi tarjousten hinnat olleet korkeampia, mutta todennäköisesti tarjousten määrä olisi vähentynyt johtuen osaamisen puutteesta.

Imatran Teatteria suunniteltaessa arkkitehti toimitti mitoitettuja pohjapiirroksia DWG:nä muille suunnittelijoille. Tämä johti arkkitehdin kannalta useisiin suunnittelukierroksiin, kun tekniset tilavaraukset muuttuivat joko erikoissuunnittelun alkaessa tai tarkentuessa arkkitehdin ollessa jo huomattavasti pidemmällä suunnittelussaan. Jos hanke olisi ollut tietomallipohjainen ja suunnittelijat valittu varhain, olisi arkkitehti saanut tarkkoja lähtötietoja aiemmin, mikä olisi tehnyt suunnittelusta sulavampaa. Lähtötiedot kulkevat muutenkin tietomallin avulla nopeammin osapuolelta toiselle. Erityisen tärkeää olisi ollut, että rakennesuunnittelija olisi saatu projektiin nopeammin mukaan. Tietomallipohjaisessa toimintatavassa oikeat rakennetyypit tai edes runkorakenneratkaisu pitäisi olla tiedossa jo mallinnuksen alkumetreillä, ettei muutoksia tarvitsisi kokoajan tehdä ja ettei rakennesuunnittelijalta tulisi jatkuvasti päivityksiä. Kun arkkitehti piirtää seiniä, seinäobjektit sitoutuvat toisiinsa. Kun rakennetyyppi muuttuu, seinäobjekti siirtyy väärään asemaan, mikä tuottaa runsaasti lisätyötä.

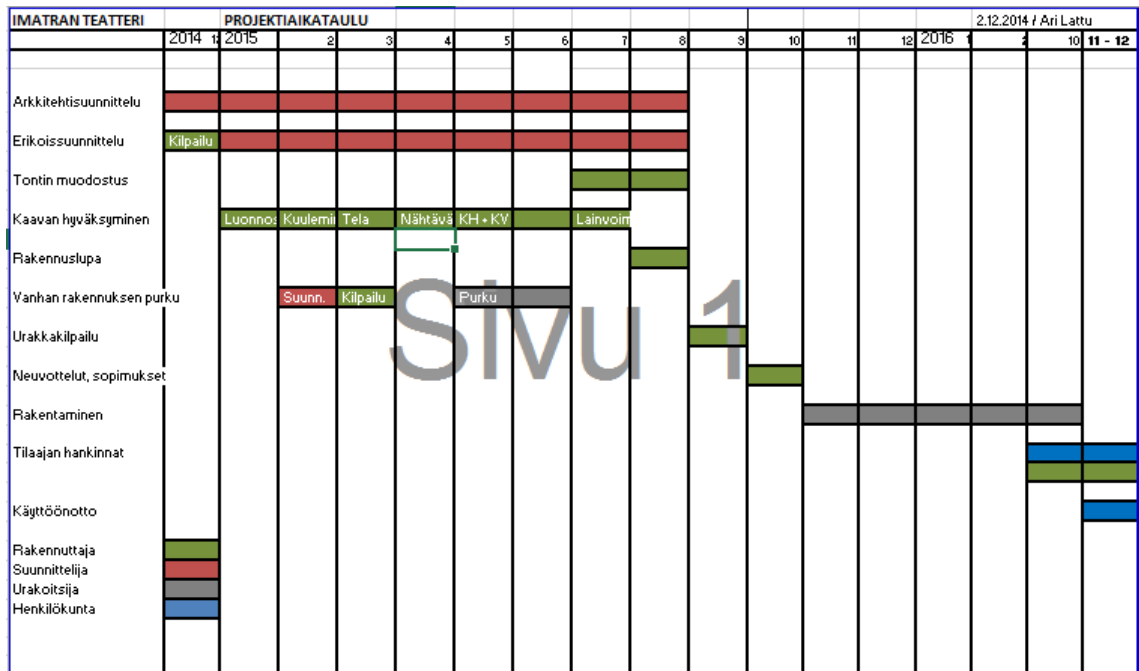
Kun erikoissuunnittelijat on valittu, kuuluu tietomallipohjaisen projektin luonteen aloituskokous, jossa tehdään selväksi yhteiset pelisäännöt. Jokainen tutustuu tietomallikoordinaattorin luomaan tietomallinnussuunnitelmaan ja suunniteluohjelmaan.

Projektiaikataululle esitettävä muutos voisi olla seuraava (Kuvat 19 ja 20).



Kuva 19. Tietomallipohjaisen hankkeen projektiaikataulu

Tarkastuspisteet voidaan määritellä esimerkiksi luonnossuunnitteluvaiheen loppupuolelle, ennen pääpiirustusten tuottamista ja ennen työpiirustusten tuottamista (14).



Kuva 20. Rakennuttajan laatima Imatran Teatterin alkuperäinen projekti aikataulu. Kaavoituksen muutokseen menee aikaa (naapureiden kuuleminen, teknisen lautakunnan hyväksyntä, kaupunginhallituksen ja kaupunginvaltuuston hyväksynät.) (7)

Teatterihankkeessa pidettiin suunnittelukokouksia ja suunnitelmien yhteensovituspalaveri. Ulkopuolinen insinööritoimisto suoritti rakennesuunnitelmien kolmannen osapuolen tarkastuksen. Tietomallipohjaisessa hankkeessa tarvitaan henkilö tuottamaan yhdistelmämalli ja varmistamaan tietotekninen yhteensovittaminen. Henkilö voi olla tietomallikoordinaattori, pääsuunnittelija, rakennuttaja tai joku muu taho, jolla on asiantuntemusta tietomallintamisesta ja projektinhallinnasta (2). Sovitus tehdään vastuuhenkilön johdolla yhdessä suunnitteluryhmän kanssa. Yhdistäminen tehdään IFC-mallein ja tarkastajan havaitsemat tarvittavat korjaukset tehdään aina alkuperäismalleihin. Yhdistetyistä malleista voidaan työmaalla havainnollistaa hankalat paikat ja tehdyt suunnitteluratkaisut. Useat pulmakohdat löydetään jo suunnitteluvaiheessa (13).

Tietomallikokoukset ja laadunvarmistuspisteet ovat aikataulutuksen kannalta keskeisiä asioita. Tietomallin avulla osapuolet saavat selkeämmän kuvan suunnittelun tilasta verraten perinteisiin menetelmiin, kuten leikkauskuviin. Kolmiulotteisuus havainnollistaa erityisesti vaikeiden suunnittelukohtien osalta, jolloin ei

tarvita perinteisessä suunnittelussa tuettuja erillisiä havainnollistamispöytäkirjoja. Havainnollisuus välittyy suoraan yhdistetystä mallista. Rakennuttaja näkee tarkemmin suunnittelun tilanteen sekä sen, mikä suunnittelualue on aikataulusta myöhässä. Tietomallikokoukset ovat hyvin etevä menetelmä laadunvarmistamiseksi, kunhan niitä pidetään riittävän usein. Jos kokouksia on vain harvakseltaan, suunnittelu on nykivämpiä ja tietokatkoksien mahdollisuus suurenee. Jos Teatteri Imatra olisi suunniteltu tietomallipohjaisesti, olisivat tietomallikokoukset olleet varteenotettavia. (9.)

Urakkakilpailun voittajat valittiin hinnan mukaan. Tarjouslaskentaan annettiin jakoon PDF-versiot suunnitelmista, DWG-tiedostoja ei urakkalaskenta-aineistoon sisällytetty. Ilmoitus laitettiin HILMAan. Tietomallipohjaisessa hankkeessa on kaikkien edun mukaista, että suunnitelmista annetaan IFC-tiedostot jakoon ja yhteinen versio tallennetaan projektipankkiin siksi, että on olemassa todiste tarjoushetkellä olevasta tietomallista. Tietomallikoordinaattori tekee urakkatarjouspyyntöjen tarkastamisen tietomallinnustehtävien osalta.

Urakoitsijaa valittaessa on korostettava tietomalliosaamista, sillä rakentamisen murroskautta eletessä vain harvalla tekijällä on kokemusta tietomallipohjaisista hankkeista ja projektin läpikulusta. Urakoitsijalta vaaditaan riittävän tehokasta tietokonetta tai mobiililaitteita, joilla työvaiheita voidaan havainnollistaa työmaalla asennusvaiheessa. Tietomallin avulla urakoitsijoiden välinen kommunikointi selkeytyy ja mallin teoreettiset mahdollisuudet 4D-aikataulutukseen yhdistävät tekijöitä, kun jokainen voi työmaalla tarkastaa älylaitteelta sen hetkisen tilanteen. 4D-aikataulutus on käytännössä sitä, että tietomalli saadaan linkitettyä projektiaikatauluun. Näin on esimerkiksi mahdollista toteuttaa jo aiemmin mainittu värikoodien käyttö rakennusosissa ilmaisemaan niiden valmiusastetta.

Imatran Teatterin rakennusprojektissa urakoitsijalla oli valmiudet tietomallin hyödyntämiseen ja Tekla Bimsight ohjelmaa voitiin käyttää työmaakokouksissa havainnollistamaan pulmakohtia. Näin jokaiselle kokouksen osapuolelle muodostui selkeä kuva, mistä osasta rakennusta puhutaan, kun esimerkiksi vaadittiin äänikatkon toteuttamista jo rakennettuun seinään runkoäänien minimoimiseksi.

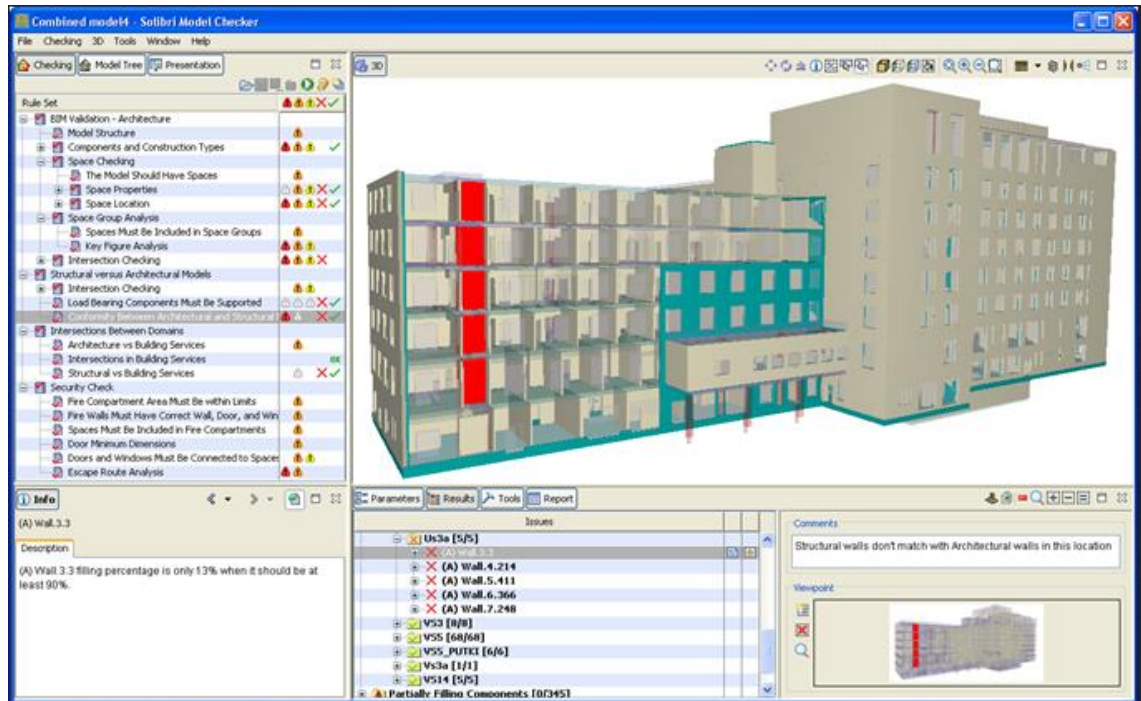
Urakoitsija näki Bim Sightista saatavan hyötyä työmaan havainnollistamiseen ja asennusjärjestyksen kuvaamiseen, tietomalliversion näyttäessä viikkokohtaiset asennukset. Tietomalli auttoi toteutuksessa ennakointia, kun sillä voitiin mitata kaikki mahdollinen ennen asennuksia. Mallista tuli useita revisioita, sitä päivitetiin karkeasti kerta viikkoon. Ensimmäisissä versioissa oli tietyn koron anturat ja projektin edetessä hyödynnettävissä oli yhä päivitetympi versio elementtisuunnittelusta. Mallien toimitus ratkaistiin sähköpostilla ja dropboxilla, elementtisuunnittelija toimitti pilvipalveluun tuoreimman tietomalliversion ja myös urakoitsijan sähköpostiin. Tietomalliselostuksia ei käytetty. (18.)

Teatterin rakennusprojektissa ilmeni lieviä aikataulullisia ongelmia. Kun rakennusprosessissa yhden urakoitsijan työ jäi aikataulusta jälkeen, aiheutti se väistämättä sen, että yhä seuraava ja seuraava urakoitsija ei saanut työtä ajallaan tehtyä. Aikatauluongelmia aiheutui suunnittelijoiden ja urakoitsijan välisistä tietokatkoksista ja ongelmallisiksi jääneistä suunnittelukohdista, talvesta sekä muutoksista. Osaltaan elementtisuunnittelu myöhästytti urakointia. Rakennuttaja reagoi hankkeen vähäiseen viivästymiseen siten, että hän kehotti urakoitsijoita lisäämään työvoimaa. Ilmaan jäi leijumaan kysymys, olisiko tietomallipohjaisen toteutuksen avulla ollut mahdollisuuksia tehdä kestävämpi aikataulu, ottaen huomioon hankkeen erityisvaatimukset ja osapuolten tietomallipohjainen osaaminen.

4.4 Rakennuttajalta vaadittava osaaminen

Oletuksena projektin alussa on, että tilaaja ja rakennuttaja hallitsevat Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Rakennuttajalta vaaditaan ainakin IFC-yhdistelmämallin tarkasteluohjelmaa (esimerkiksi Solibri Model Viewer), mutta myös yhdistämiseen kykenevä ohjelma on välttämätön, mikäli rakennuttaja toimii itse tietomallikoordinaattorina. Solibri Model Checker on maksullinen ohjelma, joka on tarkoitettu mallien tarkasteluun, yhdistämiseen ja törmäystarkastelujen tekemiseen (Kuva 21). Ohjelma tukee IFC:n lisäksi DWG-tiedostoja ja Solibrin omaa SMC-tiedostomuotoa. Ohjelmalla voidaan tarkastaa mallin valmiusaste ja käyttökelpoisuus valmiiden säännösten kautta. Säännösten on mahdollista muokata tai luoda uusia. Tarkastuksen yhteydessä ohjelman löytämistä keskeneräisyyksistä

ja virheistä tulee kirjallinen raportti, josta voidaan edelleen laatia diaesitys kommentein varustettuna. Diaesitys voidaan ottaa havainnollistavaksi välineeksi kokouksiin. (16.)



Kuva 21. Solibri Model Checkerin -käyttöliittymä törmäystarkasteluraporttia laadittaessa (19)

Kun rakennuttaja lähtee viemään ensimmäistä tietomallipohjaista talonrakennuskohdettaan, on järkevintä hyödyntää konsulttiapua ja etsiä projektille sopiva tietomallikoordinaattori, jolla on aikaisempaa kokemusta. Sopivien yhteistyökumppaneiden ja rakennuttajan kouluttautumisen avulla tietomallia on mahdollista lähteä omaksumaan. Pilottikohteelle on laadittava riittävä aikataulu, jotta rakennuttaja osaa hankkeen alussa asettaa tietomallintamisen vaatimukset kohdalleen, sekä varata suunnittelulle riittävästi aikaa. Prosessi on alkuun työläs, mutta kun toimintamalli alkaa hahmottua ajan kanssa, antaa se jokaiselle osapuolelle kattavamman tavan lähestyä rakennushanketta.

5 Päätelmät

Rakennuttaja kohtaa tietomallipohjaisen hankkeen aloittaessaan paljon uutta omaksuttavaa asiaa. Useat mallit ja mallien mukanaan tuoma käsitteistö, sekä tuoreet projektiin kuuluvat asiakirjat vaativat aikaa omaksumiseen. Tilaajan on tunnettava tietomallipohjaisen hankkeen elementit, sillä hän laatii vaatimukset ja määrittää kuinka laajalti mallinnusta käytetään. Jotta tietomallin käytöstä saadaan paras mahdollinen hyöty, tarvitsee rakennuttaja perehdyttämistä ja hänen on ennen kaikkea oltava vastaanottavainen uudelle. Kun tilaaja osaa linjata oikein mallintamiseen liittyvät vaatimukset ja tarkkuustasot, arkkitehti tuottaa mallin, joka palvelee erikoissuunnittelijoita eikä ole liian tarkka tai epätarkka. Päätös mallintamisesta on syytä tehdä hankkeen alkumetreillä siten, että arkkitehti alkaisi tuottaa heti mallia, niin että erikoissuunnittelijavalintojen jälkeen valitut suunnittelijat saavat heti käyttöönsä oikeat lähtötiedot ja tietomallin, jotta he pääsevät aloittamaan työnsä mallintamisella eikä viivapiirrolla.

Teatteriprojektissa arkkitehti toimi pääsuunnittelijana ja erityisalojen suunnittelut tehtiin erillisinä konsulttisopimuksina. Tietomallinnuksen vaatima tiivis yhteistyö olisi korostunut, jos suunnittelu olisi toteutettu kokonaissuunnitteluna. Tällöin vain yksi taho vastaa koko hankkeen suunnittelusta. Etuna on se, että eri suunnittelu-alojen tehtävien vastuisiin ja ohjelmistoihin liittyvät ongelmat vähenevät. Kokonaissuunnittelussa rakennuttaja ei pääse kilpailuttamaan laatuksiteereillään erikoissuunnittelijoita, vaarana on myös että urakka myydään osaamattomalle. Toisaalta teatteri on rakennuskohteena vaativa ja ongelmallinen toteuttaa vain yhtä suunnittelutahoa käyttämällä sisältäen toiminnallisen suunnittelun, akustiikka- ja mekaniikkasuunnittelun ja esimerkiksi valo-, ääni- ja kuvajärjestelmien kaapeloinnin muun suunnittelun lisäksi.

Tietomallipohjainen hanke olisi vaatinut lisää henkilöstöä, kuten tietomallikoordinaattorin. Valittavien suunnittelijoiden ja urakoitsijan vaatimuksiin olisi lisätty tietomalliosaaminen, joten valinnat olisivat olleet vaativampia kilpailuttaa perinteiseen arviointimenettelyyn nähden. Osapuolilta vaadittavista referensseistä rakennuttaja pystyisi kuitenkin näkemään, kuinka suunnittelijat ja urakoitsijat ovat perehtyneet tietomallintamiseen. Tietomallintaminen tuo projektiin uusia asiakir-

joja ja laadunvalvontaa: tietomallinnussuunnitelma, tietomallinnuksen aloituskokous, tilaajan laadunvarmistukseen tietomallien tarkastuspisteet, sekä eri malliversiot. Suunnitteluun tarvittava aika kasvaa, mutta niiden yhdistämisellä voidaan välttyä monilta muutostöiltä, kevyenä esimerkkinä teatterin 2. kerroksen ikkuna-aukko, joka oli 100 mm liian leveä. Tietomallintamisessa tietoa ei katoa, vaan kaikki tallennettu tieto säilyy ja on osa tietomallia. Huomioitavaa on, että tietomallintamalla, tarkempia ja visualisempia suunnitelmia tuottamalla muutostöille verrattavaa prosenttiosuutta hankkeen kokonaishinnasta pystytään pudottamaan useilla prosenteilla, mikä näkyy jo selvänä rahana tämän kokoisessa projektissa.

YH-Rakennuttajan hankkeista osa on hyvin kiireellisiä. Kaupunginjohtajalle tai YH:n toimitusjohtajalle voi tulla esimerkiksi ilmoitus, että yritys sijaitsee Puumalassa ja se muuttaa Imatralle. Tällöin tietomallin hyödyntäminen suunnittelussa on mietittävä tapauskohtaisesti: saadaanko siitä riittävä hyöty kustannuksiin verrattuna ja kasvattaako se projektin pituutta. Rakennuttajan mukaan eräs LVI-suunnittelija linjasikin, että tietomallintamalla suunnittelun hinta kaksinkertaistuu. Kuitenkin tulevaisuudessa, kun tietomallipohjainen toimintatapa aletaan omaksu- maan suunnittelutoimistoissa ja rakennuttajien keskuudessa, on se arkea yhä useammalle, korvaten perinteisiä menetelmiä. Suunnittelutoimisto, joka ei lähde mukaan tietomallintamisen prosessiin, tulee menettämään asemiaan, kun rakennuttaja vaatiikin tietomallipohjaista lähestymistapaa tarjouspyynnössään.

Urakointipuolella valmiuksia tietomallin hyötykäyttöön on vielä vain harvalla. Tehokas mallin käyttö edellyttää työmaalta tietokonetta tai mobiililaitetta, jolla asen- nusjärjestystä ja aikataulua voitaisiin hallita. Urakoitsijoiden vaatimuksia olisi mie- titty lisää: vaaditaanko urakoitsijalta tietomallin käyttöä tai päivittämistä ja vas- taako urakoitsija päivittämisestä vai onko se alakohtaisen suunnittelijan tehtävä. Rakennuttajan ja ylläpidon kannalta tärkeintä on, että rakennuksen valmistuessa toteumamalli ja ylläpitomalli vastaavat toteutunutta rakennusta, tarkka päivittämi- nen tähän verrattuna on toissijainen asia. Todellisuudessa rakennus ei kuiten- kaan ikinä toteudu niin kuin on suunniteltu, joten toteumamallin rakentaminen on todella työläs ja iso tehtävä.

Jos urakoitsijalta olisi vaadittu tietomallipohjaista toimintatapaa, urakoitsijatarjouksienkin määrä olisi todennäköisesti vähentynyt. Kohteeseen valitulla pääurakoitsijalla oli joka tapauksessa kykyä hyödyntää tietomallia. Urakoitsijan kannalta tietomallin käyttö alun alkaen olisi antanut paremmat välineet kustannuslaskentaan, lähtötietojen saantiin ja jakamiseen sekä projektinjohtoon.

Tietomallin hyödyntäminen hankkeessa jäi vähäiseksi. Positiivista on kuitenkin se, että sitä hyödynnettiin urakoitsijan toimesta elementtisuunnittelussa ja arkkitehdin laatimassa niin sanotussa sisustusmallissa. Teatteri on rakenteena varsin haastava ja tietomallintamalla suunnitteluvirheitä olisi vähennetty. Suunnittelulle vaadittavia resursseja, aikaa, työvoimaa, erityisosaamista ja organisointia, olisi tietomallipohjaisessa hankkeessa tullut miettiä tarkoin projektin alkuvaiheessa. Kaikki lähtee liikkeelle tilaajan tarkasta ohjeesta: kuinka mallinnetaan, missä vaiheessa mallinnetaan mitäkin ja miten tarkasti. Vaaditaan tarkka projektiaikataulu ja ongelmat on osattava selvittää ennakoiden. Aikataulu oli tällaisen erikoisrakennuksen osalta kyseisessä projektissa kireä ja rakennuttaja olisi voinut vaatia pidempää rakennusaikaa.

Urakointi aloitettiin talvea vasten, joka asetti omat vaikeutensa ja viivästytti aikataulua ainakin kahden viikon verran. Kuitenkin jos työmaapalavereissa olisi voitu hyödyntää yhdistelmämallia, olisi se tehostanut kommunikaatiota suunnittelualojen välillä, sillä yleisesti suunnittelussa osapuolten toisiltaan saamat lähtötiedot auttavat kaikkia: kun arkkitehti tietää talotekniikan tilavaraukset, suunnitelmat toimivat, eikä tule ongelmia tiukoissa mitoitustilanteissa. Tämä korostuu erityisesti asuinkohteiden suunnittelussa, jossa pieni muutos voi tehdä asunnosta toimimattoman (9).

5.1 Tulevaisuuden näkymät

Tietomallilla on kehittymismahdollisuuksia 3D-mallinnuksesta 4D- ja 5D-mallinnukseen asti, jolloin mallinnukseen mukaan lisätään aika (4D) ja kustannukset (5D). Ongelmana on se, että nykyiset sopimusmallit eivät suunnittelun eikä urakoinnin osalta tue rakentamisen tietomallien hyödyntämistä. Sopimusoikeus mahdollistaa kuitenkin sen, että kunkin vaiheen tietomallin sopimusehdot voidaan

kirjata sopimukseen. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 antaa yleispätevän ohjeen tietomallin käyttöön. (4.)

Tavoitteena on, että maankäyttö- ja rakennuslain vaatimien rakennuslupahakemukseen liitettävien pääpiirustuksien sijasta tulevaisuudessa tuotettaisiin eri suunnittelualat yhdistävä integroitu tietomalli projektipankkeineen. Täten pääpiirustukset olisivat osa integroitua tietomallia. Rakennuslainsäädäntöön pitäisi lisätä oikeussäännökset rakentamisen tietomallinnuksen ja projektipankin osalta. Tietomalli voisi olla pakollinen liite rakennuslupien hakemiseen. Rakentamisen tietomalliin tuomat muutokset ylläpidettäisiin projektipankin tietomallissa ja tietomalli olisi koko elinkaarensa ajan viranomaisten valvonnassa rakennusluvan hakemisesta saneeraukseen. Rakennuspiirustusten oikeussäännöksiin tarvittaisiin siis ohjeet myös elinkaarimallien osalta. (4.)

Tekijänoikeuksissa tietomallin omistaja eli oikeudenhaltija voi myöntää tietomallin käyttöluvan käyttöoikeussopimuksin. Tietomallin yksinoikeuden hallinnalle on vaihtoehtoja sopimukseen kirjoitettavaksi. Tekijänoikeuden haltija voi myöntää palkkiota vastaan käyttöluvan eli lisenssin tietomallin eri osien kehittämiseen. Sopimukseen voi sisältyä ajallisia, alueellisia tai muita rajoittavia ehtoja. Rakennuttaja voi myydä tietomallin tekijänoikeudet kokonaan tai osittain suunnittelijalle taikka tietomallintajalle; tai kokonaan päinvastoin taikka ristiin. Tietomallin oikeudet voivat olla sekä rakennuttajan että konsultin riippuen, miten sopimukset on kirjattu. Asiantuntijaorganisaation konsulttimyynti voisi olla osaamisten lisenssimyyntiä. Törmäystarkastelut osaava asiantuntijakonsultti pyytäisi toimistaan kiinteää kuukausimaksua esimerkiksi kymmentä työpäivää vastaan. Tietomallin yksinoikeuksien hallinnan haasteena on se, että sopimusmalleja tietomallinnukselle ei ole. Tietomallinnuksen sopimuksia tehtäessä olisi huolehdittava, että tietomalli versioineen tallennetaan projektipankkiin. Kun lisäksi rakentamisen sopimukset tallennettaisiin pankkiin, kaikilla osapuolilla olisi yhtäläinen mahdollisuus tarkistaa omat lähtökohtansa sopimusoikeudellisesti. (4.)

Perinteisessä suunnittelussa pääsuunnittelija on lakisääteinen. Hänen velvollisuutena on koordinoida suunnittelua. Kuten aiemmin mainittu, tietomallipohjainen toimintatapa parantaa laadunvarmistusta, kun on suunnittelijakohtaiset, suunnit-

teluryhmäkohtaiset ja tilaajan määrittämät tarkistukset. Kun perinteisessä suunnittelussa pääsuunnittelija oli koordinoija, tietomallipohjaisessa hankkeessa koordinoinnista vastaa itseasiassa tähän tehtävään erikseen määritelty henkilö – tietomallikoordinaattori.

5.2 Käyttäjänäkökulma

Käyttäjät hyötyvät tietomallista eniten, jos he saavat arkkitehdiltä IFC-muotoisen mallin tarkasteltavakseen. Ilmaisella Solibri Model Viewer -ohjelmalla käyttäjä ja rakennuttaja voivat tarkastella tilojen mittasuhteita. Suunnitelmat ovat huomattavasti havainnollisempia perinteisiin piirustuksiin verrattuna, kun niistä näkyy myös korkeusasemat. Ohjelma on yksinkertainen käyttää ja vaatii vain lyhyen muutamman tunnin koulutuksen. Käyttäjälle muodostuu mallin avulla selkeä kuva projektista, mikä tukee häntä päätöksenteossa. Hankkeen muuntojoustavuuden hallinta ja tilavarausten tarkastelu helpottuu. Alussa laaditun vaatimusmallin avulla tilaaja ja rakennuttaja vertaavat hankkeen aikana asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden toteutumista. Käytön asettamia vaatimuksia tutkittaessa on esimerkiksi mahdollista tutkia esteettömyysvaatimusten täyttymistä, mikä on hyvinkin olennaista teatterirakennuksessa.

5.3 Yhteenveto

Yleiset tietomallivaatimukset (YTV 2012) -teos antaa yleispätevän kuvan tietomallinnusprojektista. Teoksen eri osissa on kuitenkin joitakin oudoksuttavia asioita, kuten aiemmin mainitsemani arkkitehdin sisältövaatimuksissa mainittu bruttoalan pakollinen määrittäminen tarveselvityksessä. Yleisten tietomallivaatimusten lisäksi tämä työ ja Saimaan ammattikorkeakoulun TOKA-projektin julkaisut ohjaavat rakennuttajaa kohti tietomallipohjaisen toimintatavan käyttöönottoa. Ilman projektin jokaisen osapuolen tietomallipohjaista osaamista on tietomallia turha lähteä väkisin viemään läpi, perusteet on hallittava.

Tietomallin puolesta puhuttuna kunnollisten suunnitelmien tekeminen ja siihen käytetty aika tulee halvemmaksi kuin työmaalla korjattavat virheelliset suunnitelmat (9).

Kuviot

Kuvio 1. Imatran YH-Rakennuttaja Oy:n organisaatiokaavio, s. 7

Kuvio 2. Imatran YH-Rakennuttajan toimintamalli, s. 8

Kuvio 3. Mallintamisen tarkkuustasot, s. 22

Kuvat

Kuva 1. Rakennesuunnittelun tarjousten vertailulomake, s. 12

Kuva 2. Julkisivutaideteoksen havainnekuva, s. 13

Kuva 3. Teatterin havainnekuva Kallenkujan puolelta, s. 14

Kuva 4. Hankkeen tietomallirakenne, s. 19

Kuva 5. Ote arkkitehtimallin sisältövaatimustaulukosta, s. 23

Kuva 6. Tietomallipohjaisen hankkeen projektiakataulu, s. 25

Kuva 7. Rakennesuunnittelun tarkkuustasot, s. 27

Kuva 8. Eri suunnittelualojen tietomallien yhdistäminen, s. 32

Kuva 9. Suunnitteluakataulu, s. 33

Kuva 10. Tietomallien laadunvarmistus, s. 33

Kuva 11. Esimerkki asuntosuunnittelussa käytetystä tilatunnisteesta, s. 35

Kuva 12. Aikataulun jaottelu, s. 39

Kuva 13. Arkkitehdin visualisointi, s. 44

Kuva 14. Arkkitehdin visualisointi, s. 44

Kuva 15. Arkkitehdin visualisointi, s. 45

Kuva 16. Arkkitehdin visualisointi, s. 46

Kuva 17. Arkkitehdin visualisointi, s. 47

Kuva 18. Arkkitehdin visualisointi, s. 47

Kuva 19. Tietomallipohjaisen hankkeen projektiakataulu, s. 51

Kuva 20. Imatran Teatterin alkuperäinen projektiakataulu, s. 52

Kuva 21. Solibri Model Checkerin -käyttöliittymä törmäystarkasteluraporttia laadittaessa, s. 55

Lähteet

1. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Täydentävä liite. Osa 1. Yleinen osuus. Osa 4. Talotekninen suunnittelu. Talotekniikan vaatimuksia mallinnukselle.
https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/YTV2012_Taydentava_liite_SKOL_TATE_mallinnusvaatimuksia.pdf Luettu 22.4.2016
2. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen.
https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf
3. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.
https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_3_ark.pdf
4. Silius, P. 2013. Rakentamisen tietomallintamisen oikeudelliset haasteet. Rakentajain kalenteri 2013.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130205.pdf> Luettu 13.4.2016
5. Lehtoviita, T. 2015. Pysyvää tietomalliosaamista rakennusalan toimijoille Etelä-Karjalassa – Tietomallinnuksen käyttö kouluhankkeessa. Saimaan ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja A: Raportteja ja tutkimuksia 55. Lappeenranta.
6. Imatran YH-Rakennuttaja Oy.
www.imatran-yh.fi Luettu 14.4.2016
7. Lattu, A. 2016. Rakennuttaja. Imatran YH-Rakennuttaja Oy. Imatra. Haastattelu 16.3.2016.
8. Junnonen, J-M. & Kankainen, J. Rakennuttaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy
9. Jylkäs, J. 2015. Tietomalli – lähtötiedot ja aikataulus. Pääsuunnittelijakoulutus PS PRO 2015. Tutkielma. Aalto-yliopisto.
http://www.aaltopro.fi/sites/default/files/jylkas_janne_projektityo.pdf Luettu 19.4.2016
10. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus.
https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf
11. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Täydentävä liite. Osa 5. Rakennesuunnittelu. Mallinnustarkkuus. Tilaajan ohje.
https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/YTV2012_Taydentava_liite_RAK_Tilaajan_ohje.pdf
12. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus.

https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

13. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa.
https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_13_rakentaminen.pdf
14. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus.
https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf
15. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu.
https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_4_tate.pdf
16. Kainulainen, A., Kemppe, J., Lehtoviita, T. 2015. Pysyvää tietomalliosaamista rakennusalan toimijoille Etelä-Karjalassa – Tietomallien käyttömahdollisuudet rakennushankkeissa. Saimaan ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja A: Raportteja ja tutkimuksia 50. Lappeenranta.
17. Luukko, A. 2016. Rakennusarkkitehti. Imatran Arkkitehtuuritoimisto. Imatra. Haastattelu 20.4.2016.
18. Varjus, M. 2016. Työmaainsinööri. Karjalan Rakennus ja Maalaus Oy. Imatra. Haastattelu 31.3.2016.
19. Solibri Model Checker.
http://digitalalchemypro.com/DA_Products_Solibri_files/DA_Products_Solibri.htm Luettu 12.4.2016