



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

VILLE NISKAKANGAS
TIETOMALLINNETUN RAKENNUSHANKKEEN SUUNNITTELUN
OHJAUS
Diplomityö

Tarkastaja: professori Kalle Kähkönen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Talouden ja rakentamisen
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
9.4.2014

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

NISKAKANGAS, VILLE: Tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelun ohjaus

Diplomityö, 59 sivua, 35 liitesivua

Toukokuu 2014

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: Professori Kalle Kähkönen Tampereen Teknillinen Yliopisto

Ohjaaja: DI Annikki Karppinen Lemminkäinen Talo Oy

Avainsanat: Suunnittelun ohjaus, BIM, rakennuksen tietomalli, Last Planner

Tietomallien käyttö rakentamisen valmistelussa ja toteutuksessa on yleistynyt. Suunnittelulle ja suunnittelun ohjaukselle tietomallit asettavat omat haasteensa suunnittelun painopisteen siirtyessä perinteisestä dokumenttipohjaisesta 2D-suunnittelusta aikaisempaan suunnitteluvaiheeseen. Tietomallien tietosisältö on myös monikertainen perinteiseen suunnitteluun verraten.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on vastata suunnittelun ohjauksen näkökulmasta tietomallien tuomaan haasteeseen. Tutkimuksessa tuotetaan yrityskohtaiset tietomallipohjaisen suunnittelunhallinnan menettelyohjeet, joihin sisällytetään tietoja yleisistä tietomallivaatimuksista 2012 sekä rakennushankkeen suunnittelun ja johtamisen tehtävälueteloista 2012. Menettelyohjeisiin sisällytetään myös uutena menetelmänä Last Planner -menettelyn käyttö suunnittelun ohjauksessa.

Tämä tutkimus on luonteeltaan konstrukttiivinen tutkimus, joka koostuu sekä kirjallisen aineiston osuudesta että empiirisestä osuudesta. Tutkimuksessa on dokumentoitu Lemminkäinen PPP Oy:n Kuopion kaupungille toteuttaman elinkaarihankkeen viimeisen kohteen Pohjantien koulun suunnittelun ohjauksen menettelyitä. Lisäksi tutkimukseen on kerätty materiaalia alan kirjallisuudesta, RT-korteista ja elinkaarihankkeessa mukana olleiden henkilöiden asiantuntijahaastatteluista. Tutkimuksen tuloksena syntynyt tietomallipohjaisen suunnittelunhallinnan menettelyohjeiden ensimmäinen versio on testattu Lemminkäinen Talo Oy:n projektiorganisaatioon kuuluvien henkilöiden toimesta.

Tietomallinnetun rakennushankkeen onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi on suunnittelun ohjauksella oltava selkeät menettelyohjeet. Tietomallipohjaisen suunnittelunhallinnan menettelyohjeet vastaavat tietomallien tuomaan haasteeseen suunnittelun ohjaukselle. Menettelyohjeissa vastataan sekä suunnittelun aikataulutuksen tuomaan haasteeseen että suunnittelun laadunvarmistamisen tuomaan haasteeseen.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Department of Civil Engineering

NISKAKANGAS, VILLE: Design management in a BIM technology enabled construction project

Master of Science Thesis, 59 pages, 35 Appendix pages

May 2014

Major: Construction management and economics

Examiner: Professor Kalle Kähkönen, Tampere University of Technology

Adviser: M.Sc. Annikki Karppinen, Lemminkäinen Talon Oy

Keywords: Design management, BIM, building information model, Last Planner method

The use of information models in the planning and implementation processes of construction business is on the rise. This change creates new challenges for both design process and design management, as focus is shifted from traditional 2D documentation towards an earlier and more comprehensive design process. The data content of information models is also vastly greater in comparison to traditional design methods.

The purpose of this thesis is to provide insight and answers to the challenges described above, especially from the viewpoint of design management. The aim is to produce a case specific instruction manual for these design methods, which include information from common BIM requirements 2012 and building information foundation brief cards. These instructions also include a new design management tool called Last Planner.

This thesis is based on a constructivist research which consists of a literature study and an empirical section. The study utilizes design management documents collected from a life cycle construction project for the city of Kuopio, which was executed by Lemminkäinen PPP Oy. Documents and data were also collected from a literature study, building information foundation brief cards and expert interviews from the life cycle project. The first version of the instruction manual was further tested by personnel from Lemminkäinen Talon Oy organization.

In order to achieve a successful outcome in a construction project that utilizes information models, a practical and self-explanatory instruction manual is vital. Design management based on information models presents challenges in controlling the design process. The instruction manual constructed in this thesis work aims to tackle both the challenges in scheduling as well as in ensuring adequate quality.

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tehty diplomityönä Tampereen teknillisen yliopiston rakennetun ympäristön tiedekunnassa. Tutkimuksen toimeksiantajana on ollut Lemminkäinen Talo Oy. Työn ohjauksesta on vastannut Lemminkäinen Talo Oy:n kehityspäällikkö Annikki Karppinen. Työn tarkastajana on toiminut professori Kalle Kähkönen Tampereen teknillisestä yliopistosta.

Haluan kiittää työn ohjaajaa ja tarkastajaa saamastani opastuksesta työn kuluessa. Kiitokset myös Lemminkäinen Talo Oy:n henkilöille, jotka ovat minua työssäni auttaneet. Lisäksi kiitokset kaikille henkilöille jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua työni parissa.

Kiitän lämpimästi vanhempiani rakentavasta kannustuksesta opiskelun ja elämän parissa.

Erietyiset kiitokset kuuluvat rakkaalle Iinalle ja vasta syntyneelle tyttarellemme Millalle motivaatiosta tutkimuksen parissa.

Jyväskylässä 15.5.2014

Ville Niskakangas

SISÄLLYS

Tiivistelmä	ii
Abstract	iii
Alkusanat	iv
Sisällys	v
Termit ja niiden määritelmät	vii
1 Johdanto	1
1.1 Tutkimusongelma.....	1
1.2 Tutkimuksen rajausta	2
1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja tuotokset	2
1.4 Tutkimusmenetelmät.....	3
2 Aikaisempi tutkimus suunnittelunohjauksesta.....	4
2.1 Tietomallit suunnittelunohjauksen tukena ja haasteena.....	4
2.1.1 Rakennuksen tietomalli.....	6
2.1.2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012	8
2.1.3 Tietomallien tietosisällöt rakennushankkeen eri vaiheissa.....	10
2.2 Lean Construction ja sen menetelmät suunnittelunohjauksessa	14
2.2.1 Last Planner system™	14
2.2.2 Last Planner -menetelmä rakennushankkeen suunnittelunohjauksessa.....	16
2.3 Suunnittelun ohjaus.....	18
2.3.1 Suunnittelunohjaukseen osallistuvien henkilöiden tehtävät tietomallinnettavassa rakennushankkeessa	22
3 Kuopion elinkaarihanke –CASE.....	25
3.1 Elinkaarihankeet erityispiirteineen.....	25
3.2 Kuopion elinkaarihanke	25
3.3 Suunnittelunohjausmenettelyt.....	27
3.4 Suunnitteluajataulut ja ajallinen ohjaus	28
3.5 Kokouskäytännöt ja ajallinen sekä laadullinen ohjaus.....	29
3.6 Tietomallinnuksen ja suunnitteluhyönteistyön ongelmia.....	31
4 Tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyt.....	32
4.1 Suunnittelun käynnistäminen tietomallinnetussa hankkeessa.....	33
4.2 Suunnittelun ja tietomallien käytön tavoitteet sekä tietosisältö	37
4.2.1 Projektin tietomalliohje.....	37
4.2.2 Vaatimusmallitaulukko ja sen ylläpito sekä vertaaminen suunnitelmiin.....	38
4.2.3 Tietomallien tietosisältö.....	39
4.3 Tietomallien käyttötarkoitus hankkeessa	39
4.3.1 Tietomallien käyttötarkoitus malleittain.....	40
4.3.2 Tietomallien käyttötarkoitus toiminnoittain	41

4.4	Mallien laadunvarmistus, mallien tarkastaminen, mallien julkaiseminen ja yhdistelmämalli	42
4.4.1	Tietomallikoordinaattori	42
4.4.2	Tietomalliselostus	43
4.4.3	Tietomallien laadunvarmistus, tarkastaminen ja yhdistäminen.....	43
4.4.4	Tietomallien julkaiseminen.....	44
4.5	Suunnitteluajataulut.....	45
4.6	Kokouskäytäntö ja katselmukset.....	46
5	Tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyiden asiantuntijatesti ja tulosten tarkastelu.....	50
5.1	Asiantuntijatesti	50
5.2	Asiantuntijatestin tulokset.....	51
5.3	Asiantuntijatestin tulosten arviointi	53
6	Tutkimuksen yhteenveto	54
	Lähteet.....	56
	Liite 1: Tietomallipohjaisen suunnittelunhallinnan menettelyohjeet.....	i
	Liite 2: Haastattelukysymykset.....	xi
	Liite 3: Lyhyen aikajänteen tehtävätaulukko	xii
	Liite 4: TATE-vaatimusmallitaulukko (malli).....	xiii
	Liite 5: RT 10-11068 mukaiset arkkitehtimallin sisältövaatimukset	xiv
	Liite 6: RT 10-11070 mukaiset rakennemallin sisältövaatimukset.....	xvii
	Liite 7: RT 10-11069 mukaiset TATE-mallin sisältövaatimukset.....	xxiv
	Liite 8: RT 10-11070 mukainen rakennemallin tietomalliselostus	xxxv

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Elinkaarivastuuhanke (PPP)	Public-Private Partnership. Julkisen ja yksityisen sektorin välinen yhteinen hanke, johon kuuluu määritetyn ajan kestävä sopimus. (The National Council for Public-Private Partnerships 2000)
IFC	Industry Foundation Classes. Tiedonsiirtoformaatti, joka mahdollistaa tietomalleissa esiintyvän tiedon jakamisen tietomalleja hyödyntävien ohjelmistojen välillä. (buildingSMART® 2012)
IGLC	International Group for Lean Construction on vuonna 1993 perustettu ryhmä, joka muodostuu verkostosta ammattilaisia ja tutkijoita arkkitehtuurin, suunnittelun ja rakentamisen alueella. Sen tavoitteena on kehittää uusia periaatteita ja menetelmiä tuotannonohjaukseen ja tuotannon hallintaan rakennusallalle. (International Group for Lean Construction 2012)
Konstruktiivinen tutkimus	Konstruktiivinen tutkimus pyrkii ratkaisemaan aitoja reaali maailman ongelmia luomalla uusia konstruktioita hyödyntäen sekä käytäntöä että teoriaa. (Lukka 2012)
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen. Urakkamuoto, jossa urakoitsija hoitaa suunnittelun ja rakentamisen. (Design and Build).
Model Nova –työpaketti	PRE-ohjelman Model Nova –työpaketin tavoitteena on hyödyntää tietomallintamista rakennetun ympäristön liiketoimintamalleihin ja toimintakulttuuriin. (RYM Oy 2012)
PRE	RYM-SHOKin ensimmäinen tutkimusohjelma Built Environment Process Re-engineering, jonka tavoitteena on luoda kiinteistö-, rakennus-, ja infra-alalle täysin uusia toimintatapoja ja liiketoimintamalleja. (RYM Oy 2012)
Projektin johtaja	Projektin johtaja toimii tilaajaorganisaation valtuuttamana valvoen tilaajan etua käyttäen tämän päätöksentekovaltaa. (RT 13-10860 2005)
Pääsuunnittelija	Toimii talonrakennushankkeissa kohteen rakennussuunnittelijana ja vastaa suunnittelun kokonaisuudesta sekä laadusta. (RT 13-10860 2005)
Rakennuksen tietomalli (BIM)	Rakennuksen tietomalli voi olla taulukko- tai tietokantainen malli tai digitaalinen kolmiulotteinen malli, joka sisältää rakentamiseen käytettyjen tuotteiden tiedot ja ominaisuudet.
Suunnittelun ohjaus	<i>”Suunnittelun ohjauksella varmistetaan, että suunnitteluprosessi johtaa asetettuihin tavoitteisiin ja tuottaa toiminnallisesti, taloudellisesti, esteettisesti, teknisesti, ympäristöllisesti ja muilta vaatimuksiltaan hyväksyttävät suunnitelmat.”</i> (RT 10-11107 2012)

Tilaaja (rakennuttaja, omistaja)	Maankäyttö- ja rakennuslain tarkoittama rakennushankkeeseen ryhtyvä, joka vastaa hankkeen toteuttamisen edellytyksistä sekä suunnittelun ja toteutuksen määräystenmukaisuudesta. (RT 13-10860 2005)
TTP (PPC)	Tehtävien toteutumis prosentti (Percent Plan Complete). On lukuarvo, jolla kuvataan viikkosuunnitelmien tehtävien toteutumista. (Koskela, L., Koskenvesa, A. 2003)
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ovat Rakennustietosäätiön vetämän COBIM-hankkeen tulosta. Niiden tarkoituksena on määritellä tietomallin ohjeet rakennusprosessin jokaiselle vaiheelle ja tavoitteena on ollut, että tietomalleja hyödynnettäisiin rakennuksen koko elinkaaren ajan. (RT 10-11066 2012)

1 JOHDANTO

Tämä tutkimus on tuotettu Lemminkäinen Talo Oy:lle. Tutkimuksessa käsitellään suunnittelunohjausta tietomallinnetussa rakennushankkeessa suunnitteluvaiheen aikana. Tutkimus on rajattu koskemaan suunnittelunohjausta suunnittelun tilaajan näkökulmasta tarkasteltuna, suunnittelun valmistelusta rakentamisen käynnistämiseen.

Tutkimus on jatkoa Lemminkäinen Talo Oy:lle aiemmin tuotettuihin diplomitoihin, joista ensimmäinen on Harri Niemen Tietomallien käyttö elinkaarihankkeiden suunnittelu- ja toteutusvaiheissa (Niemi, H. 2011.) ja toinen on Mikko Mäläskän Elinkaarihankkeen ylläpitomalli (Mäläskä, M. 2011.). Kummatkin edellä mainitut diplomityöt on tehty Lemminkäinen PPP Oy:n toteuttaman Kuopion elinkaarihankkeen yhteyteen.

Tässä esitelty tutkimus kuuluu laajempaan kokonaisuuteen osana käynnissä olevaa RYM SHOK:n PRE (Built Environment Process Re-Engineering) tutkimusohjelman Model Nova -työpakettia, jossa Lemminkäinen Talo Oy sekä Lemminkäinen PPP Oy:n toteuttama Kuopion elinkaarihanke on mukana. Model Nova -työpaketin koordinoituvastuu on Senaatti Kiinteistöillä ja sen rahoittajina toimivat eri hankeosapuolten lisäksi tekniikan innovaatioiden kehittämiskeskus Tekes. (RYM Oy. Built Environment Process Re-engineering. 2012)

Tämän tutkimuksen lähtökohtana toimii Last Planner -menetelmän soveltaminen suunnittelun aikataulunohjaukseen. Lisäksi Rakennustietosäätiön julkaisemat yleiset tietomallivaatimukset 2012 ja asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:n rakennushankkeen johtamisen ja suunnittelun tehtäväluettelot määrittävät työssä tietomallien sisällön hankkeen eri vaiheissa. Edellä mainituista sekä aiemmista opinnäytetöiden kokemuksista luodaan menettelyohjeet tietomallipohjaisen suunnittelun ohjaamiseksi. Menettelyohjeet sisältävät suunnittelun aikataulutuksen sekä YTV2012 mukaiset tietomallien tietosisällöt suunnittelun eri vaiheissa. Tutkimuksessa kartoitetaan ja kuvataan Lemminkäinen PPP Oy:n toteuttaman Kuopion elinkaarihankkeen viimeisen kohteen, Pohjantien koulun yhteydessä kehitetyt suunnittelun ohjausmenettelyt.

1.1 Tutkimusongelma

Tietomallit sisältävät huomattavasti aikaisempaa dokumenttipohjaista 2D suunnittelua ja suunnitelmia enemmän tietoa. Samalla kun tietomallien käyttö mm. työmaan toteutuksessa, kustannuslaskennassa ja materiaalitoimitusten tilaamisessa on lisääntynyt ovat tarkkuusvaatimukset suunnittelulle kasvaneet. Edellä kuvattujen seikkojen lisäksi suunnittelun ohjausmenettelyt.

nittelun aikataulutaminen sekä laadunvarmistaminen asettavat uusia haasteita suunnittelun ohjaukselle. Tämän vuoksi suunnittelun koordinointi vaatii uudenlaista yhteistyötä ja parempaa kommunikointia eri suunnitteluosapuolten ja muiden hankkeen toteutuksesta vastaavien välillä. Onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi tietomallinnetussa hankkeessa on suunnittelun ohjauksella oltava selkeä menettelytapa, joka varmistaa, että tuotettavat suunnitteluratkaisut täyttävät eri osapuolten niille asetetut vaatimukset ja että suunnittelu valmistuu ennalta laaditun aikataulun mukaan. Tämän tutkimuksen tavoite ja teollinen päämäärä on luoda Lemminkäinen Talo Oy:n yrityskohtaiset menettelyohjeet tietomallinnetun hankkeen suunnittelun ohjaukselle.

1.2 Tutkimuksen rajaus

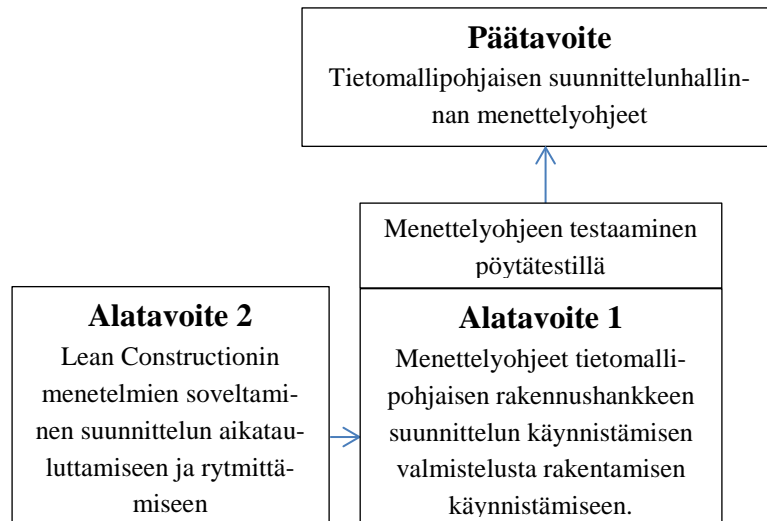
Tutkimus rajataan koskemaan suunnittelunohjausta suunnittelun käynnistämisen valmistelusta rakentamisen käynnistämiseen. Myös suunnittelun tilaamisen menettelyt kuvataan. Rakentamisvaiheen menettelyjä ei tutkimuksessa käsitellä, mutta rakentamisessa tarvittava tietomallien sisältö kuvataan. Suunnittelun ohjaus rajataan suunnittelun ajalliseen ja laadulliseen hallintaan. Suunnitelmien kustannusten ohjausta ei käsitellä tässä tutkimuksessa.

Tutkimuksessa ei myöskään käsitellä elinkaarihankkeen ylläpidon tietomallin sisältöä. Tutkimuksen painopiste on rakennushankkeen suunnitteluvaiheen osapuolten yhteistyössä, menettelyissä, ja eri suunnittelualojen yhteensovittamisessa.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja tuotokset

Kuopion elinkaarihanke edustaa tässä tutkimuksessa rakennushanketta, jossa projektiin osallistuneet henkilöt ovat tutkijoiden ja yrityksen henkilöstön avustuksella testanneet ja kehittäneet eräitä suunnittelunohjauksen uusia käytäntöjä. Tämän tutkimuksen tavoitteena on kuvata Kuopion elinkaarihankkeen viimeisen kohteen suunnittelunohjausmenettelyt ja luoda niiden pohjalta Lemminkäinen Talo Oy:lle yrityskohtaiset suunnittelunohjauksen menettelyohjeet. Uutena menetelmänä ohjeet tulevat sisältämään mm. Last Planner -menetelmän käytön suunnittelunohjauksessa, mutta myös eräiden aiemmin tuotettujen opinnäytetöiden kokemuksia ja tuloksia Kuopion elinkaarihankkeessa sovelletuista menettelyistä.

Yrityskohtaisiin suunnittelunohjauksen menettelyohjeisiin sisällytetään tietoja myös yleisistä tietomallivaatimuksista YTV2012 sekä rakennushankkeen suunnittelun ja johtamisen tehtäväluetteloista TELU2012. Menettelyohjeiden ensimmäinen versio testataan asiantuntijatestinä, jonka jälkeen menettelyohjetta parannetaan edelleen testauksesta saatujen parannusehdotusten avulla. Tutkimuksen lopputuloksena tuotetaan Lemminkäinen Talo Oy:n suunnittelunohjauksen menettelyohjeet tietomallinnettavaan kohteeseen.



Kuva 1. Tutkimuksen tavoitteet

1.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus on luonteeltaan konstrukttiivinen tutkimus, joka koostuu sekä kirjallisen aineiston osuudesta että empiirisestä osuudesta. Kirjallisen osuuden tutkimusmenetelmiin kuuluu alan kirjallisuuden, sekä aikaisempien tutkimuksien tulosten analysointi, mm. Helsingin Yliopiston CRADLE -tutkimusyksikön tutkijoiden tutkimus Last Planner -menetelmän käytöstä suunnittelunohjauksessa ja suunnittelijoiden välisessä yhteistyössä. (Kerosuo et al. 2012).

Tutkimukseen sisältyy Kuopion elinkaarihanke -CASE, jossa dokumentoidaan Lemminkäisen toteuttaman Kuopion elinkaarihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyt, suunnitteluajataulut, kokouskäytännöt ja tietomallinnuksen ja suunnitteluyhteistyön ongelmat. CASE sisältää empiirisen osuuden, jossa tutkimusmenetelminä toimivat teemahaastattelut. Haastatteluiden tarkoituksena on kartoittaa elinkaarihankkeen suunnittelunohjausmenettelyitä ja niiden toimivuutta käytännön tilanteessa.

Tutkimukseen sisältyvässä testissä menettelyohjeen ensimmäinen versio testataan pöytätestillä Lemminkäinen Talon projektiohjausorganisaation asiantuntijoiden toimesta. Asiantuntijat tarkastelevat menettelyohjeen toimintaa ja antavat palautteen menettelyohjeen ensimmäisestä versiosta. Testaamisen tavoitteena on selvittää laaditun suunnittelunohjauksen menettelyohjeen toimivuutta ja sopivuutta Lemminkäinen Talon toimintaan.

2 AIKAISEMPI TUTKIMUS SUUNNITTELUN-OHJAUksesta

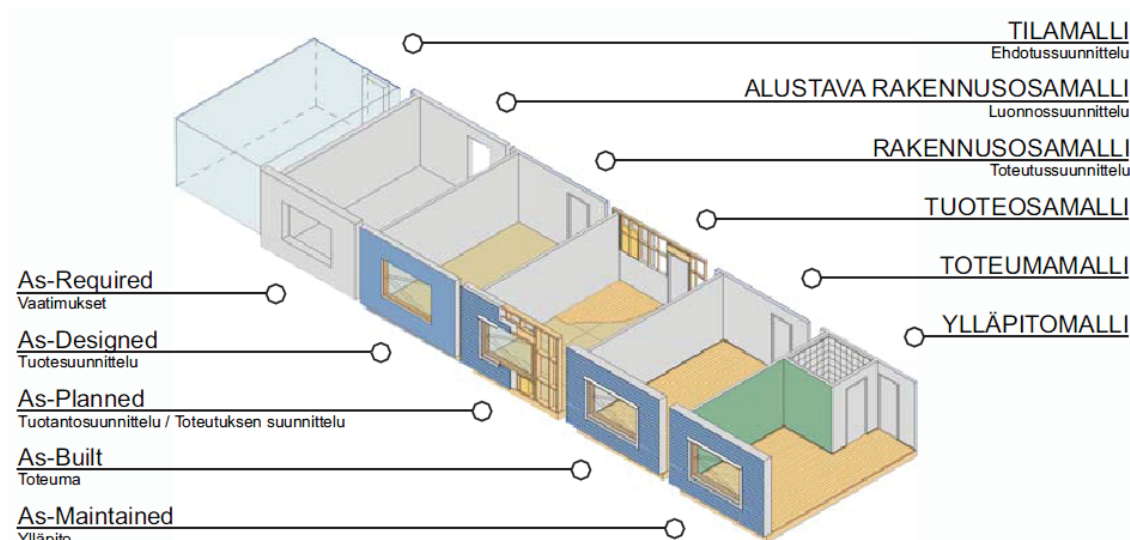
Tässä luvussa on kuvattu tutkimukseen vaikuttava aikaisempi tutkimus suunnittelunohjauksesta. Tutkimuksessa on käyty läpi mitä rakennuksen tietomallit ovat, lisäksi on kuvattu tietomallien sisältö rakennushankkeen eri vaiheissa. Tutkimus rajautuu suunnittelun käynnistämisen valmistelusta rakentamisen käynnistämiseen. Tämän vaiheen suunnitteluprosessin johtamisen ohjeistusta tukemaan on tarkasteltu Lean -ajattelua sekä Last Planner –menetelmää, yleisiä tietomallivaatimuksia 2012 sekä rakennushankkeen suunnittelun ja johtamisen tehtäväluetteloita.

2.1 Tietomallit suunnittelunohjauksen tukena ja haasteena

Rakennuksen tietomalleja voidaan hyödyntää suunnittelunohjauksessa monella tavalla. Mallintaminen mahdollistaa mm. erilaisten tarkasteluiden ja analyysien tekemisen ja niiden tulosten käyttämisen suunnittelunohjauksen teknisenä tukena ja joskus jopa lähtökohtana. Onnistuneen suunnitteluratkaisun saavuttamiseksi on suunnitteluongelmaa syytä lähestyä useasta eri tarkastelusuunnasta.

Tietomallinnettavan rakennushankkeen osapuolien menettelyllä ja rooleilla on suuri merkitys hankkeen onnistumisen kannalta. Osapuolten tulee hallita oma tehtäväkenttensä ja tuntea myös muiden osapuolten menettelyt pääpiirteittäin. Eri osapuolten toiminnan ja menettelyiden yhteensovittaminen asettaa suunnittelunohjaukselle suuren haasteen.

Rakennushanke voidaan prosessina jakaa tarveselvitys-, hankesuunnittelu-, ehdotussuunnittelu-, yleissuunnittelu- ja toteutussuunnitteluvaiheisiin, joista toteutussuunnitteluvaihe sisältää myös toteutuksen aikaisen suunnittelun. (RT 10-11066 2012) Kuvassa 2 kuvataan yleisesti tunnetut vaiheet tietomallintamisessa.



Kuva 2. Yleisesti tunnetut vaiheet tietomallintamisessa (Penttilä et al. 2006.)

Tarveselvityksen tarkoituksena on perustella tilahankinnan tai olemassa olevan tilan muutoksen tarpeellisuus. Tarveselvityksessä kuvataan alustavasti tilat ja niille asetettavat vaatimukset sekä tutkitaan vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet ja tarkastellaan eri ratkaisujen kustannukset. Tarveselvitysvaiheen tuloksena syntyy hankepäätös, jonka jälkeen käynnistyy hankesuunnitteluvaihe. (RT 10-11107 2012)

Hankesuunnitteluvaiheessa täsmennetään rakennushankkeen laajuutta, toimivuutta, laatua ja kustannuksia sekä määritellään ylläpitoa koskevat tavoitteet. Hankesuunnittelun tuloksena syntyy hankesuunnitelma, joka koostuu projektiohjelmasta ja hankeohjelmasta. Projektiohjelma sisältää hankkeen läpiviennille asetetut tavoitteet ja hankeohjelma sisältää hankkeen suunnittelulle asetetut tavoitteet. Hankesuunnitteluvaiheen tuloksena syntyy investointipäätös sekä suunnittelupäätös. Suunnittelupäätöstä edeltää suunnittelun valmistelu, jossa pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut, -neuvottelut ja valitaan suunnittelijat ja laaditaan suunnittelusopimukset. (RT 10-11107 2012)

Hankesuunnittelun jälkeen käynnistyy ehdotussuunnitteluvaihe, jossa laaditaan vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja siten, että hankkeelle asetetut tavoitteet täyttyisivät. Ehdotussuunnitteluvaiheen tuloksena valitaan suunnitteluratkaisu, jonka jälkeen käynnistyy yleissuunnitteluvaihe. (RT 10-11107 2012)

Yleissuunnitteluvaiheessa valittua suunnitteluratkaisua kehitetään toteutuskelpoiseksi yleisratkaisuksi. Yleissuunnittelun tuloksena hyväksytään yleissuunnitelma ja pääpiirustukset sekä hoidetaan rakennuslupatehtävät, jossa selvitetään tarvittavat lupamenettelyt ja varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus sekä laaditaan rakennuslupahakemus. (RT 10-11107 2012)

Toteutussuunnitteluvaiheessa yleissuunnitelmaa kehitetään rakentamisen ja hankinnan tarpeiden mukaisiksi suunnitelmiksi. Tämän tuloksena toteutussuunnitelmat hyväksytään ja käynnistetään rakentamisen valmistelu. Rakentamisen valmistelu sisältää rakentamisen kilpailuttamisen, sopimusneuvottelut, urakka- ja hankintasopimukset. Rakentamisen valmistelun tuloksena syntyy rakentamispäätös. Toteutuksen aikana varmistetaan, että hanke tulee olemaan sopimuksien mukainen ja lopputulos vastaa tavoitteita. Rakennuksen valmistuminen todetaan vastaanotossa, jonka tuloksena syntyy vastaanottopäätös. Rakennuksen valmistuttua alkaa käyttö- ja ylläpitovaihe. (RT 10-11107 2012)

2.1.1 Rakennuksen tietomalli

Rakennuksen tietomalli (Building information model, BIM) on erilaista tietoa sisältävä digitaalinen kolmiulotteinen malli rakennuksesta. Tietomalliin voi liittää lähes rajattomasti erilaista tietoa rakennuksesta. Tietomalli sisältää dimensioiden lisäksi mm. rakenteet, materiaalitiedot ja eri komponentit joita rakennuksessa käytetään. (Penttilä 2006) Tietomalli voi olla joko alkuperäismalli tai yleiseen tiedonsiirtoformaattiin käännetty IFC-malli.

Alkuperäismalli

Alkuperäismalli on suunnittelijan suunnittelema malli siinä käyttöformaattissa millä ohjelmalla se on tuotettu. Alkuperäismalli ei terminä ota kantaa siihen minkä suunnittelijan mallia käsitellään, vaan kaikki mallit niiden alkuperäisessä tuotantoformaattissa ovat alkuperäismalleja. (RT 10-11066 2012) Esimerkiksi arkkitehdin tietomallimalli tuotettuna Archicad -ohjelmistolla ja tallennettuna Archicad:n natiiviin tiedostoformaattiin on alkuperäismalli. Archicad on arkkitehtien käyttämä suunnitteluohjelma, jolla pystytään tuottamaan rakennuksen tietomalleja. Ohjelman kehittäjä on saksalaiseen Nemetschek Groupiin kuuluva Graphisoft. (Graphisoft 2012) Eri suunnittelualojen alkuperäismalleihin ei saa tallentaa muiden suunnittelualojen tietomalleja vaikka niitä olisi referenssimallina käytettykin. (RT 10-11066 2012)

IFC-malli

IFC (Industry Foundation Classes) on kansainvälisen buildingSMART International-järjestön kehittämä ja ylläpitämä avoin tiedostomuoto. IFC-tiedostomuodon tarkoituksena on jakaa ja siirtää tietoa tietomalleista eri ohjelmatuottajien ohjelmien välillä. (buildingSMART® 2012)

IFC-malli tuotetaan alkuperäismallista IFC-tiedonsiirtomodulin avulla. IFC-malleja voidaan käyttää suunnittelussa referenssimalleina eri suunnittelualojen kesken. (Niemi 2011) Tällä hetkellä käytössä oleva IFC-versio on IFC2x3 ja IFC2x4-versio on kehitteillä. (buildingSMART® 2012)

Arkkitehtimalli

Arkkitehdin tuottamaa tietomallia kutsutaan arkkitehtimalliksi. Arkkitehdin tuottamaa tietomallia voidaan käyttää lähtökohtana muiden suunnittelualojen tietomallintamiselle. Mallin geometria ja tietosisältö vaihtelee hankkeen eri vaiheissa. Malli pitää sisällään kohteen tilat ja rakennusosat ja sitä voidaan hyödyntää tilapohjaisen kustannuslaskennan tarpeisiin sekä määrälaskennan tarpeisiin. (RT 10-11068 2012)

Arkkitehtimalli toimii pohjana myös erilaisille analyyseille sekä simuloinneille, tämän vuoksi mallin tulee olla teknisesti oikeanlainen hankkeen kaikissa vaiheissa. (RT 10-11068 2012)

Rakennemalli

Rakennesuunnittelijan tuottamaa tietomallia kutsutaan rakennemalliksi. Rakennemalli sisältää kohteen kaikki kantavat ja ei-kantavat betonirakenteet. Malli sisältää lisäksi sellaiset komponentit joiden sijainnilla tai dimensiolla on merkitystä muiden suunnittelualojen suunnittelijoille. (RT 10-11070 2012)

Talotekninen malli

Talotekninen malli sisältää LVISA-suunnittelijoiden mallintamat tietomallit, jotka on yhdistetty yhdeksi talotekniseksi malliksi. Talotekninen malli sisältää kohteen taloteknisten järjestelmien tekniikkaosat ja niiden edellyttämät varaukset. Edellä mainittujen lisäksi talotekniseen malliin voidaan sisällyttää kanavistojen edellyttämät eristeet ja huoltoluukut sekä muuta taloteknisen toteutuksen kannalta oleellista tietosisältöä. (RT 10-11069 2012)

Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli sisältää nimensä mukaisesti eri suunnittelualojen osamallit. Yhdistelmämallin yhdistäminen tapahtuu mallinnusohjelmiston avulla. Yhdistelmämalliin mallit tuodaan IFC-muodossa tai natiivimuodossa riippuen käytettävästä mallinnusohjelmistosta. Mallien yhdistämisen tärkein edellytys on, että mallinnuksessa noudatettavat käytännöt on sovittu ja niitä noudatetaan. Mallien koordinaatistot ja sijainnit tulee olla kaikissa osamalleissa yhtenäiset. Edellä mainitut käytännöt sovitaan yleensä tietomallinnuksen käynnistyskokouksen yhteydessä. (RT 10-11071 2012)

Yhdistelmämallista voidaan tehdä erilaisia laadunvarmistukseen tähtäviä toimintoja kuten mallien visuaalinen tarkastelu, jonka tarkoituksena on tutkia mallin visuaalinen virheettömyys. Visuaalisella tarkastelulla havaitaan esimerkiksi ylimääräiset malliin kuulumattomat objektit. Lisäksi voidaan suorittaa eri osamalleille tarkistussäännösten avulla erilaisia tarkistuksia, joiden tarkoituksena on varmistaa osamallien laadullinen oikeellisuus. Yhdistelmämallista voidaan tehdä myös talotekniikan kesken törmäystarkastelu sekä törmäystarkastelu talotekniikan ja kantavien rakenteiden välillä. Yhdistel-

mällin käyttö korostuu eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamisen aikana. (RT 10-11071 2012)

2.1.2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012) pohjautuvat Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaisemiin tietomalliohjeisiin. Uudet vuonna 2012 julkaistut tietomallivaatimukset ovat Rakennustietosäätiön vuoden 2011 johtaman Senaatti-kiinteistöjen mallintamishjeiden laajentamis- ja päivittämishanke (COBIM) -hankkeen tulosta. (buildingSMART Finland 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten tavoitteena on ollut luoda vähimmäisvaatimukset tietomallinnukseen ja tietomallien tietosisältöön sekä tukea suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin kulkua. Yleiset tietomallivaatimukset kattavat:

- Uudisrakentamiskohteet
- Korjausrakentamiskohteet
- Rakennusten käytön
- Rakennusten ylläpidon

(RT 10-11066 2012)

Seuraavissa kohdissa on kuvattu yleisten tietomallivaatimusten osien 1-13 sisältö yleisellä tasolla. Tämän tutkimuksen painoarvo on yleisten tietomallivaatimusten 2012 osissa: osa 1 yleinen osuus, osa 6 laadunvarmistus ja osa 11 tietomallipohjaisen projektin johtaminen.

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 ensimmäinen osa yleinen osuus käsittelee tietomallinnuksessa noudatettavia perusasioita yleisellä tasolla. Ensimmäinen osa sisältää paljon päällekkäistä tietoa, mitkä löytyvät myös muista osista huomattavasti laajemmassa mitakaavassa. (RT 10-11066 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 toinen osa lähtötilanteen mallinnus käsittelee tietomallinnettavan projektin lähtötilanteen mallintamista, tietosisältövaatimuksia ja niihin liittyviä toimintoja. (RT 10-11067 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 kolmas osa arkkitehtisuunnittelu käsittelee arkkitehdin osuutta mallinnettavassa projektissa. Dokumentissa esitetään arkkitehdin tietomallille asetettavat sisältövaatimukset määrittelyineen projektin eri vaiheissa. (RT 10-11068 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 neljäs osa talotekninen suunnittelu käsittelee talotekniikkasuunnittelun osuutta tietomallinnettavassa projektissa. Dokumentissa esitetään

taloteknisen suunnittelun tietomallille asetettavat sisältövaatimukset määrittelyineen projektin eri vaiheissa. Lisäksi dokumentissa esitetään erilaisiin käyttötarkoituksiin sovellettavia tietomallipohjaisia toimintatapoja. (RT 10-11069 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 viides osa rakennesuunnittelu käsittelee rakennesuunnittelun osuutta tietomallinnettavassa projektissa. Dokumentissa esitetään rakennesuunnittelun tietomallille asetettavat sisältövaatimukset määrittelyineen projektin eri vaiheissa. Lisäksi dokumentissa esitetään erilaisiin käyttötarkoituksiin sovellettavia tietomallipohjaisia toimintatapoja. (RT 10-11070 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 kuudes osa laadunvarmistus käsittelee suunnitelmiensa ja niiden laadun parantamisen avulla tuotettavaa laadunparanemista rakentamisprosessissa. Keskeisenä osana on osapuolien välinen kommunikaatio sekä suunnitteluprosessin tehostaminen. Näiden kuvattujen toimen avulla on tarkoitus parantaa suunnittelun laatua sekä parantaa rakennustuotannon onnistumisen mahdollisuuksia projektissa ja vähentää tuotannon aikaista muutossuunnittelua sekä muutostöitä. Lopputuloksena on saada aikaan toimiva sekä tavoitteita vastaava laadukas rakennus. (RT 10-11071 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 seitsemäs osa määrälaskenta käsittelee määrälaskennan vaatimuksia tietomalleille ja tietomallinnukseen pohjautuvalle suunnittelulle sekä miten määrälaskentaa suoritetaan tietomallinnettavassa projektissa. (RT 10-11072 2012) Dokumentissa esitetään myös tietomalleista suoritettavan määrälaskennan prosessin kulku sekä prosessin aikana esiintyvät ongelmakohdat.

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 kahdeksas osa havainnollistaminen käsittelee tietomalleista tuotettavan teknisen ja visuaalisen havainnollistamisen kulkua sekä niiden käyttökohteita projektin eri vaiheissa. (RT 10-11073 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 yhdeksäs osa mallien käyttö talotekniikan analyyseissä käsittelee talotekniikkasuunnittelijoiden tietomalleista tekemiä analyysejä projektissa. Analyysit ohjaavat ja tukevat päätöksentekoa suunnitteluratkaisuihin. (RT 10-11074 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 kymmenes osa energia-analyysit käsittelee tietomalleista tuotettavia energia-analyysejä sekä esitetään määritelmät niille vaatimuksille mitä energia-analyysit asettavat tietomalleille. Dokumentti kattaa suunnittelu- ja rakennusprosessin aikaiset sekä käyttö- ja ylläpitovaiheen aikaiset energia-analyysit. (RT 10-11075 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten 2012 yhdestoista osa tietomallipohjaisen projektin johtaminen käsittelee tietomalleihin pohjautuvan projektin johtamista. Dokumentissa on kuvattu projektin johtamisen prosessin kulku ja siihen liittyvät toiminnot. Tietomalli-

prosessin suunnittelu, toimeenpano ja valvonta on kuvattu. Tietomallintamisprosessin vastuuhenkilöt ja heidän tehtävät on kuvattu. Lisäksi tietomallinnusprojektin johtamisen tehtävät vaiheittain on kuvattu tarveselvitysvaiheesta ylläpitovaiheeseen. (RT 10-11076 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten kahdestoista osa tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana käsittelee tietomallinnusta kiinteistöjen käytön ja ylläpidon näkökulmasta. Dokumentissa esitetään vähimmäisvaatimukset tietomallien tietosisällölle ylläpidon näkökulmasta sekä erilaisia mahdollisuuksia mitä tietomallinnetusta kiinteistöstä voi hyödyntää. (RT 10-11077 2012)

Yleisten tietomallivaatimusten kolmastoista osa tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa käsittelee rakennuksen tietomalleja urakoitsijan näkökulmasta. Dokumentissa esitetään vaatimukset niille tarpeille mitä rakennustuotanto tietomalleilta vaatii. Lisäksi esitetään tietomallinnettavan projektin tarjoamat mahdollisuudet urakoitsijan näkökulmasta. (RT 10-11078 2012)

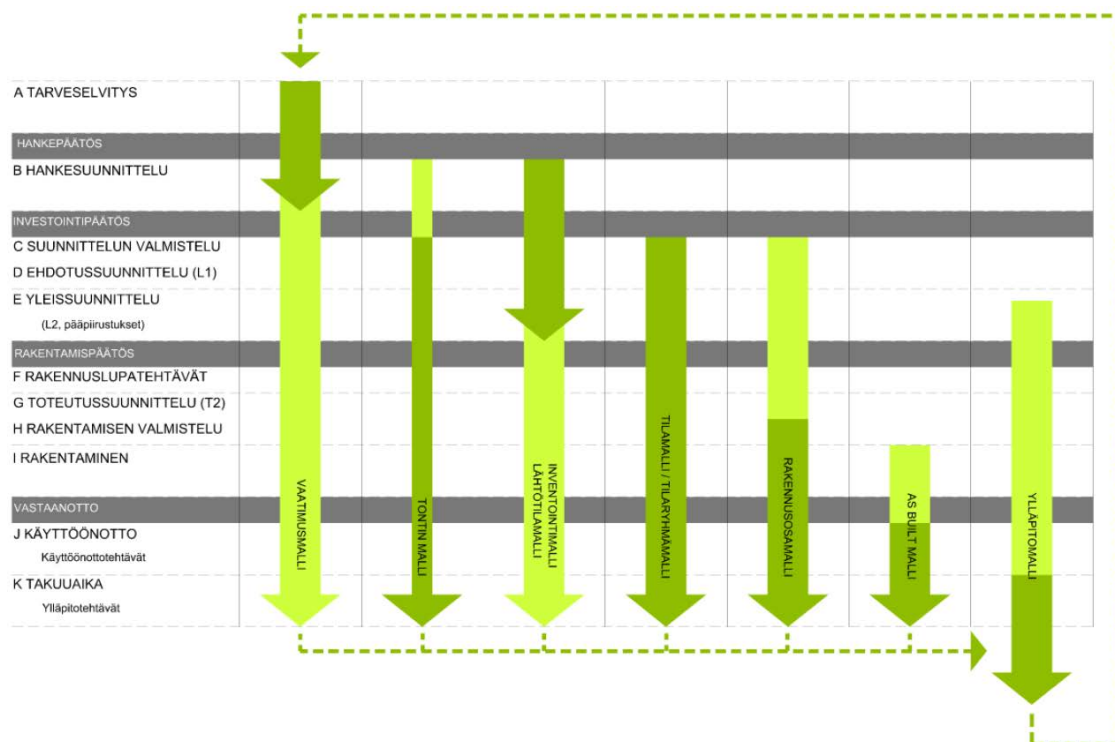
2.1.3 Tietomallien tietosisällöt rakennushankkeen eri vaiheissa

Suunnitteluvaiheet jakautuvat suunnittelualojen kesken eri tavalla. Arkkitehtisuunnittelu käynnistyy aiemmassa vaiheessa kuin rakenne- ja talotekninen suunnittelu. Arkkitehti tuottaa tarveselvitysvaiheessa vaatimusmallin hankkeelle ja toimii yleensä myöhemmin hankkeen pääsuunnittelijana.

Rakennesuunnittelun vaatimusmallissa esitetään rakennesuunnittelulle esitettyjä tavoitteita ja vaatimuksia, mutta varsinainen suunnittelu käynnistyy ehdotussuunnitteluvaiheessa, jossa rakennesuunnittelija arvioi arkkitehtuuristen vaihtoehtojen toteutettavuutta. Yleissuunnitteluvaiheessa kehitetään toteutuskelpoinen suunnitelma ehdotussuunnitteluvaiheessa valitusta vaihtoehdosta. (RT 10-11070 2012)

Talotekninen suunnittelu jakautuu hankkeessa kahteen osa-alueeseen. Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheeseen, jossa tehdään muita suunnitteluosapuolia palvelevia simulointeja sekä keskitytään järjestelmävalintoihin, palvelualuekaavioihin ja taloteknisiin tilavarauksiin ja toteutussuunnitteluvaiheeseen, jossa suunnitellaan koko rakennuksen kattavat järjestelmämallit. (RT 10-11069 2012)

Kuvassa 3 kuvataan hankkeen tietomallirakenne sekä suunnittelun jakautuminen eri suunnitteluvaiheisiin.



Kuva 3. Hankkeen tietomallirakenne. (RT 10-11068 2012)

Seuraavissa luvuissa on kuvattu tietomallien tietosisältö hankkeen eri vaiheissa. Tietomallien tietosisältö muuttuu hankkeen edetessä, kuitenkin sisältö perustuu niihin asioihin, joita projektin tietomallinnussuunnitelmassa on sovittu noudatettaviksi.

Tarveselvityksen tietomallien sisältö

Rakennushanke käynnistyy tarveselvityksellä. Tarveselvityksen tarkoituksena on kartoittaa ja perustella tilanhankinnan tarpeellisuus tai muutostarve olemassa olevalle tilalle käyttäjän ja kiinteistön omistajan kannalta. Tarveselvitysvaiheessa laaditaan hankkeen alustava vaatimusmalli sekä päätetään lähtötietomallintamisen hankinnasta ja määritetään hankkeen alkutilanteen havainnollistamiset. Tarveselvityksen tarkoituksena on hankkeen valmistelu ja sen tuloksena syntyy hankepäätös. (RT 10-11076 2012)

Hankkeen tarveselvitysvaiheessa laaditaan alustava vaatimusmalli. Alustava vaatimusmalli voi olla taulukko- tai tietokantamuotoinen malli rakennuksen ominaisuuksista ja teknisistä vaatimuksista. (RT 10-11076 2012) Vaatimusmallin lähtötietoina toimivat tilaajan vaatimukset ja budjetti sekä tavoitteet. Vaatimusmallin lopputuotteena saadaan suunnittelun lähtötiedot sekä kustannuslaskennan lähtötiedot. (RT 10-11076 2012)

Hankesuunnittelun tietomallien sisältö

”Hankesuunnitteluvaiheessa tilaaja laatii hankesuunnitelman, jossa esitetään toiminnan, omistajan ja kiinteistönpidon hankkeen suunnittelulle asettamat tavoitteet. Hankkeelle asetetaan laajuus-, aikataulu-, kustannus-, ympäristö-, toiminnallisuus- ja erityis-

tavoitteet. 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.” (RT 10-11076 2012)

Hankesuunnitelmavaiheen tietomalli ei välttämättä omaa geometrista tai graafista sisältöä. Tietomalli voi edelleen olla taulukko- tai tietokantamuotoinen malli rakennuksesta kuten tarveselvitysvaiheessa. Vaatimusmallin kokoaminen määritetään arkkitehdin vastuulle. Hankesuunnitelmavaiheessa hankkeessa ei välttämättä ole käytössä rakenne- ja taloteknisiä vaatimusmalleja, mutta ne tulee olla käytössä viimeistään ehdotussuunnitteluvaiheessa. (RT 10-11076 2012)

Ehdotussuunnittelun tietomallien sisältö

Rakennushankkeen ehdotussuunnitteluvaiheessa tavoitteet ja vaatimukset hankkeelle ovat dokumentoitu vaatimusmalliin. Vaatimusmallin pohjalta kehitetään sopivaa perusratkaisua vaihtoehtoisilla karkealla tasolla olevilla arkkitehdin tilamalleilla tai tilaryhmämalleilla. (RT 10-11076 2012) Tilamalliin mallinnetaan tilat ja niitä rajaavat seinät. Arkkitehdin tilamallin perusteella talotekniikkasuunnittelijat voivat tehdä energia- ja olosuhdesimulointeja. Näiden simulointien edellytyksenä on, että tilamallin seinät ovat jaoteltu ulko- ja väliseiniin ja ikkuna-alueet ovat mallinnettu. (RT 10-11068 2012)

Ehdotussuunnitelmavaiheessa rakennesuunnittelija laatii alustavan rakennusosamallin arkkitehtimallin perusteella ja arvioi suunnitteluvaihtoehtojen toteutuskelpoisuutta. Tässä vaiheessa suunnittelua ei rakennesuunnittelulle ole varsinaisia mallinnusvaatimuksia. Mallinnustarkkuus on kuitenkin yleissuunnitteluvaiheen mukainen. (RT 10-11070 2012)

Talotekninen suunnittelu kartoittaa ehdotussuunnitteluvaiheessa eri taloteknisiä ratkaisuja ja järjestelmiä sekä toteuttaa energia- ja olosuhdesimulointeja arkkitehtimallin perusteella tukemaan päätöksentekoa valittaessa suunnitteluvaihtoehtoja. (RT 10-11069 2012)

Yleissuunnittelun tietomallien sisältö

”Luonnossuunnitteluvaiheessa lähdetään kehittämään ehdotusvaiheessa valittua perusratkaisua, joka on olemassa arkkitehdin tietomallina.” (RT 10-11066 2012) Ehdotussuunnitelmasta kehitetään toteutuskelpoinen yleissuunnitelma. Yleissuunnitelman pääpaino on rakennuksen perusosassa sekä muuntuvien tila-alueiden suunnittelussa, mutta yleissuunnitelma voi sisältää myös erilaisia vaihtoehtoja tilaratkaisuiksi. (RT 10-11068 2012)

Arkkitehti kehittää yleissuunnitteluvaiheessa alustavan rakennusosamallin, jonka tarkkuustason on oltava sellainen, että siitä saadaan tarvittaessa tuotettua rakennuslupaan tarvittavat piirustukset. Valmistuttuaan alustava rakennusosamalli sisältää tilojen ja tilaryhmien lisäksi seuraavat:

- Kantavat rakenteet: Pilarit, palkit, laatat, seinät
- Seinät luokiteltuna päätyypeittäin: (ulkoseinä, kevyt väliseinä, jne.)
- Ikkunat ja ovet ilman tyyppitietoja

(RT 10-11066 2012)

Rakennesuunnittelija mallintaa yleissuunnitteluvaiheessa rakennuksen rungon perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein. Tietomallin avulla varmistetaan rakennejärjestelmän mitoitus ja vaikutukset muiden suunnittelualojen työhön. Yleissuunnitteluvaiheen rakennemallin on oltava mallinnettu sillä tarkkuudella, että sitä voidaan käyttää muiden suunnittelualojen yhteensovittamiseen.

Yleissuunnitteluvaiheen rakennemallin mallinnettavat rakennusosat:

- Perustukset
- Alapohjat
- Runko
- Julkisivut
- Ulkotasot
- Vesikatot
- Tilan jako-osat
- Muut tilaosat

(RT 10-11070 2012)

Talotekniikkasuunnittelu määrittelee ja mallintaa järjestelmien tilantarpeet ja pääreititykset tilavarausmalliin. Mallinnus on suoritettava sillä tarkkuudella, että mallia voidaan käyttää muiden suunnittelualojen väliseen suunnitelmien yhteensovittamiseen. Niin sanotut tilavarausmallit jaotellaan tietomallintamisen näkökulmasta tarkastellen kahteen ryhmään.

1. Tilavaraukset, tilat
2. Vaakasuuntaiset kerrosverkot

Yleissuunnitteluvaiheessa tilavarausobjekteilla esitetään geometrian avulla tilanvaraukset ja pääreititykset, mutta tietosisällölle ei ole asetettu vaatimuksia. (RT 10-11069 2012)

Toteutussuunnittelun tietomallien sisältö

Toteutussuunnitteluvaihe etenee pääpiirteittäin saman menettelyn mukaisesti kuten yleissuunnitteluvaihe. Toteutus- ja yleissuunnitteluvaiheen ero syntyy tietomäärän ja suunnitelmien tarkkuustason kasvaessa oleellisesti. Toteutussuunnitteluvaiheen suunni-

telmilla tulee pystyä laatimaan urakkatarjouspyyntöjä sekä valmistelemaan rakennushanketta. (RT 10-11066 2012)

Toteutuksen aikaisen suunnittelun tietomallien sisältö

Rakentamisen aikana suunnitelmiin tulee mahdollisesti muutoksia. Tietomallien tietosisältö tarkentuu myös toteutuksen aikana. Vastaanottoa varten tietomalli päivitetään toteutusmallista toteumamalliksi. Arkkitehdin ja muiden suunnittelualojen tietomallit päivitetään vastaamaan toteutunutta lopputulosta (as-built) niin, että niitä voidaan käyttää myöhempisiin tarpeisiin, esimerkiksi tilahallinnon, kiinteistön ylläpidon ja käytönaikaisten muutosten pohjana. (RT 10-11066 2012)

Käyttöönotto- ja ylläpitovaiheen tietomallien sisältö

Rakentamisen jälkeen tietomallit jäävät sopimusten puitteissa tilaajan haltuun. Tietomalleja voidaan hyödyntää myöhemmin lähtötietoina suunniteltaessa rakennukseen myöhempiä muutos- ja korjaustöitä. Hankkeen aikana tuotettuja tietomalleja päivitetään ja ne seuraavat rakennusta koko sen elinkaaren ajan. (RT 10-11076 2012)

2.2 Lean Construction ja sen menetelmät suunnittelunohjauksessa

Lean on johtamisfilosofia joka on alun perin kehitetty teolliseen autotuotantoon. Se perustuu tehokkaisuuteen prosesseihin mahdollisimman vähillä resursseilla. Ajatuksena on keskittyä niihin prosesseihin, jotka ovat asiakkaalle lisäarvoa tuottavia toimintoja. Alun perin Lean on peräisin Toyota Production System -tuotantjärjestelmästä. (Merikallio, Haapasalo 2009)

Tässä tutkimuksessa Lean -ajatteluun ei syvennyttä laajemmin vaan tarkastelu rajataan Lean Constructioniin perustuvaan Last Planner -menetelmän käyttöön suunnittelunohjauksessa.

2.2.1 Last Planner system™

Last Planner on Lean Construction Institutun tavaramerkki ja 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty projektituotannon ohjausmenettely. Last Planner tarkoittaa nimensä mukaisesti viimeistä suunnittelijaa. Menettelytapa keskittyy keskipitkän ja lyhyen aikavälin suunnitteluun ja sen tarkoituksena on varmistaa aloitusedellytykset ja työvaiheen loppuun saattaminen suunnitellulla tavalla. Menettelyssä seurataan tehtävien toteutumista ja analysoidaan syyt tehtävien toteutumatta jäämiseen. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Last Planner -menettelyssä rakennusvaihe aikataulun tehtävät on jaoteltu eri osapuolten kesken siten, että kukin osapuoli on suunnittelemassa aikataulua. Aikataulun laadinta käynnistyy takaperin välitavoitteista tai viimeisen osapuolen työvaiheesta kohti ensimmäistä osapuolta.

mäistä työvaihetta. Menettelyn eräs kulmakivistä on sitouttaa osapuolten vastuuhenkilöt toimimaan suunnitellulla tavalla ja saavuttamaan välitavoitteet suunnitellusti. Aikataulun suunnittelussa perusajatus on, että vastuuhenkilöt lupaavat tehdä sen minkä realistisesti ajatellen kykenevät suorittamaan. Eri osapuolet ilmaisevat tehtäviinsä kuluvan nettoajan jonka mukaan tehtävän voi toteuttaa. Aikataulun työvaihejärjestyksen ja eri osapuolten työvaiheiden keston selvittämisen jälkeen sijoitetaan aikatauluun puskurijat häiriöherkimpien työvaiheiden yhteyteen. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Perinteisestä tuotannon ohjauksesta poiketen Last Planner -menettely perustuu imuohjaukseen, joka on sidottu työmaan tilanteeseen. Perinteinen työmaan ohjaus perustuu työntöohjaukseen, jossa yleisaikataulun tehtävät käynnistetään, vaikkei niiden käynnistämiseksi olisi riittäviä edellytyksiä. Tällöin häiriötekijöillä on suuri merkitys työvaiheiden kokonaisläpivientiajoissa. Last Planner -menettelyssä pyritään luomaan edellytykset työvaiheen aloitukseen hyvällä työvaiheen suunnittelulla ja näin poistamaan häiriötekijät työvaiheen suunnitteluvaiheessa. Tällöin työvaiheen kokonaisläpimenoaika pienenee ja työtehon ennustettavuus paranee. (Koskela & Koskenvesa 2003)

Tuotannonohjauksen ja työvaiheen keskeisiä ongelmia ovat tehtävän aloitusvaiheessa esiintyvät ongelmat, tehtävän aikaiset ongelmat sekä tehtävän lopetukseen liittyvät ongelmat. Näihin ongelmiin Last Planner -menetelmä pyrkii puuttumaan erilaisin keinoin. Tehtävän aloitukseen liittyviin ongelmiin on olemassa Last Planner -menetelmässä kolme tapaa:

- 1) Valmistelevan suunnittelun tarkoituksena on luoda edellytykset käynnistyvälle tehtävälle.
- 2) Tehtävä käynnistetään vain jos edellytykset sen käynnistämiseen ovat kunnossa.
- 3) Jatkuva parantaminen, joka pyrkii poistamaan ongelmia pidemmällä aikavälillä.

Tehtävien aikaisiin ongelmiin menetelmä puuttuu jakamalla pitkäkestoiset työvaiheet viikkotehtäviin joiden edellytykset varmistetaan viikoittain, eikä vain tehtävää aloittaessa. Lisäksi eri osapuolten sitoutuminen omien tehtäviensä hoitamiseen määrääjassa vähentää päällekkäisiä tehtäviä jolloin häiriötekijät vähenevät. Tehtävän lopetuksessa esiintyvien ongelmien poistamiseen liittyvät kaikki edellä kuvatut menettelyt. (Koskela et al. 2004)

Last Planner -menettelyssä viikkosuunnittelun tehtävien onnistumista seurataan tehtävien toteutumisprosentin avulla (TTP), jolla kuvataan viikkotehtävien toteutumisprosenttia. Tehtävien toteutumisprosentti lasketaan viikkotehtävien määrästä mitkä ovat kokonaisuudessaan toteutuneet, eli kokonaisuudessaan toteutuneet jaettuna ei toteutuneilla ja/tai osittain toteutuneilla viikkotehtävien lukumäärällä. Karkeasti todettuna alle 60

%:n TTP on huonon suunnittelun indikaattori, yli 80 %:n TTP hyvää tasoa ja yli 85 %:n TTP erinomaista tehtävien suunnittelutasoa. (Koskela et al. 2004)

2.2.2 Last Planner -menetelmä rakennushankkeen suunnittelunohjauksessa

Last Planner menettelyn käytöstä rakennustuotannon työkaluna löytyy runsaasti tietoa ja kirjallisuutta. Sen sijaan sen käytöstä suunnittelunohjauksen työkaluna kokemuksia on rajallinen määrä. Seuraavissa kappaleissa on kuvattu kaksi menettelyä Last Plannerin soveltamisesta rakennussuunnittelun ohjaukseen. Ensimmäinen kuvaus perustuu perinteiseen rakennushankkeeseen, jossa tietomallinnusta ei ole hyödynnetty. Toinen kuvaus perustuu rakennushankkeeseen, jossa tietomallinnusta on hyödynnetty.

Last Planner perinteisessä rakennushankkeessa

Last Planner:n soveltamista suunnittelun ohjaukseen on käsitelty seuraavassa raportissa. Koskela, Lauri; Ballard, Glenn & Tanhuanpää, Veli-Pekka. 1997. Towards lean design management. Proceedings of the 5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC-5. Gold Coast, AU, 16.17 July 1997. International Group for Lean Construction.

Tutkimusraportin mukaan Last Planner -menettelyä testattiin suunnittelunohjauksen työkaluna Suomessa toimistotalon rakentamisprojektin yhteydessä. Rakennuksen pinta-ala on 7 600m² ja tilavuus 30 500m³. Yleissuunnittelu alkoi syyskuussa 1996 ja tarkentava suunnittelu Lokakuussa 1996. Itse rakentaminen käynnistyi Marraskuussa 1996. Rakennuksesta puolet luovutettiin Heinäkuun lopussa 1997 ja toinen puoli kuukautta myöhemmin. (Koskela et al. 1997)

Projektin urakkamuoto oli kiinteähintainen KVR -urakka jossa sopijapuolina olivat pääurakoitsija ja rakennuttaja. Rakennuksen muoto oli arkkitehtikilpailun tulosta. Arkkitehti, rakennesuunnittelija ja elementtisuunnittelu olivat suorassa sopimussuhteessa pääurakoitsijan kanssa. Talotekniikkaurakoitsijat olivat aliurakoitsijoina suhteessa pääurakoitsijaan suunnittele ja toteuta – periaatteella. Näin ollen myös talotekniikan suunnittelijat olivat aliurakoitsijoita suhteessa pääurakoitsijaan. (Koskela et al. 1997)

Perinteisessä suunnittelunhallinnassa käytetään aikataulua, joka perustuu sovittuihin päivämääriin sekä suunnitelmien kierrätyskaavioihin. Suunnitteluajataulun laadinta etenee projektin alusta sen loppua kohden. Suunnittelunohjauksessa pääpaino on suunnitteluajataulun valvominen siten, että suunnitelmat valmistuvat sovitun päivämäärän mukaisesti sen sijaan, että valvottaisiin itsenäisten suunnittelutehtävien toteutumista. Tällöin itse suunnittelutehtävien valvonta jätetään suunnittelijoille. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että suunnittelukokouksissa keskustellaan valmistuvista ja tehtävistä suunnitelmista sekä lähtötiedoista. Syntyneillä päätöksillä ei ole aktiivisia seuraamuksia

ja yleensä vain osa edellisessä kokouksessa sovituista asioista toteutuu. (Koskela et al. 1997)

Kokeellisessa suunnittelunohjauksessa käytettiin kolmea metodia. Ensimmäisenä suunnitteluajataulu laadinta tapahtui käyttämällä DSM – analyysiä sekä suunnittelijoiden mielipiteiden yhdistelmää, jotta suunnittelutehtävät saatiin oikeaan järjestykseen. Suunnitteluajataulua päivitettiin suunnitteluvaiheen aikana kuukauden välein. Toiseksi suunnittelukokouksissa suunnittelijoiden ilmoittamat tarvittavat lähtötiedot dokumentoitiin. Kolmanneksi seuraavan aikataulujakson tehtävät ja näihin tarvittavat tiedot käytiin läpi ja hyväksyttiin sekä näistä tehtiin suunnittelutehtäviä. Nämä suunnittelutehtävät jaettiin koko suunnitteluorganisaation kesken välittömästi kokouksen jälkeen erillisellä tehtävälomakkeella. Näin jokaisella projektiin osallistuvalla oli välittömästi tehtävät lähitulevaisuudelle. Seuraavassa suunnittelukokouksessa edellä mainitut tehtävät käytiin systemaattisesti läpi ja niiden toteutumista valvottiin palautetuilla tehtävälomakkeilla joista kävi ilmi toteutuneet tehtävät ja ei- toteutuneet tehtävät sekä syyt siihen miksi tehtävät eivät olleet toteutuneet. (Koskela et al. 1997)

Kyseisessä projektissa Last Planner -menettelyn kaikkia tapoja ei käytetty. Palautteen antoa TTP:stä ei käytetty eikä sen poikkeamiin puututtu. Kyseisellä suunnittelunohjauksen menettelyllä havaittiin olevan kaksi myönteistä vaikutusta. Suunnitteluprosessi saatiin läpinäkyväksi niin aikataulun kuin projektiorganisaation suhteen. Lisäksi asiakkaan muutokset myöhäisessä vaiheessa voitiin osoittaa TTP:n avulla vaikuttaneen suunnittelun kulkuun. (Koskela et al. 1997)

Last Planner tietomallinnetussa rakennushankkeessa

Last Planner -menettelyn käyttöä tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelunohjauksessa on tutkittu Helsingin Yliopiston CRADLE -tutkimusyksikön toimesta vuosina 2011 - 2012. Tutkimusraportissa (Kerosuo et al. 2012) todetaan seuraavaa.

Tutkimus keskittyi 1970-luvulla rakennetun koulun saneeraukseen. Kyseinen kohde oli viimeinen viiden kohteen joukosta, joista kaikki suunniteltiin tietomallintamalla ja tietomallinnusta hyödynnettiin sekä suunnittelussa että rakentamisessa. Kohteiden suunnitteluryhmä pysyi samana kaikkien viiden kohteen ajan. Neljässä aiemmassa kohteessa suunnittelussa kohdattiin aikatauluongelmia, joka heijastui suunnittelun laatuun sekä työmaaongelmiin. Viimeisessä kohteessa suunnitteluryhmä päätti ottaa Last Planner -menettelyn käyttöön välttääkseen suunnitteluviiveitä ja ongelmia suunnittelu- ja rakentamisvaiheen aikana. (Kerosuo et al. 2012)

Last Planner -menettely otettiin käyttöön kuitenkin vain osittain ja se keskittyi lyhyen aikavälin suunnitteluun sekä ennakoivaan suunnitteluun. Suunnittelijat hyväksyivät Last Planner -kokousten pitämisen kahden viikon välein siten, että ne limitettiin perinteisten suunnittelukokousten väliin joita pidettiin kerran kuukaudessa. Projektipäällikkö täytti

Last Planner kokouksissa lyhyen aikavälin tehtäväsuunnitelmaa, joka perustui lyhyen aikavälin suunnittelutehtäviin sekä suunnitteluaikatauluun. Tehtäväsuunnitelmaan kirjattiin suunnittelutehtäviä seuraavan Last planner -kokousvälin ajalta. Suunnittelijat olivat vastuussa tehtäviensä kommentoimisesta ja niiden lisäämisestä tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa. Jokaisen Last Planner kokouksen jälkeen tehtäväaika-aulu jaettiin suunnitteluosapuolten kesken ja tarkastettiin seuraavassa Last Planner -kokouksessa. Suunnittelutehtävien toteutumatta jäämistä ei kuitenkaan tutkittu tarkasti eikä tehtävien toteutumisprosenttia mitattu. (Kerosuo et al. 2012)

Last Planner -kokouksien agenda keskittyi lyhyen aikavälin tehtäväsuunnitelmaan sekä suunnitteluaikatauluun. Kokousten alussa käytiin läpi toteutuneet tehtävät sekä ei-toteutuneet tehtävät. Tämän jälkeen aihe keskittyi suunnitteluaikatauluun sekä lyhyen aikavälin suunnitteluun, jotta suunnitteluaikataulun tehtävät saataisiin valmiiksi sovituksessa ajassa. Tyypillisiä kysymyksiä Last Planner -kokouksissa oli: mikä estää sinua suorittamasta suunnittelutehtävää ja mitä lähtötietoja tarvitset tehtävän suorittamiseen? (Kerosuo et al. 2012)

Tutkimuksen mukaan Last Planner -menettelyn käyttöön otolla havaittiin olevan positiivisia vaikutuksia. Esimerkiksi rakennuslupa myönnettiin suunnitteluaikataulun mukaisesti, mikä ei ollut itseäänselvyys aiemmissa kohteissa. Projektipäällikön palaute Last Planner -menetelmän käytöstä oli positiivinen, tosin hänen mukaan menetelmä soveltuu paremmin työmaan hallintaan kuin suunnittelun hallintaan. (Kerosuo et al. 2012)

2.3 Suunnittelun ohjaus

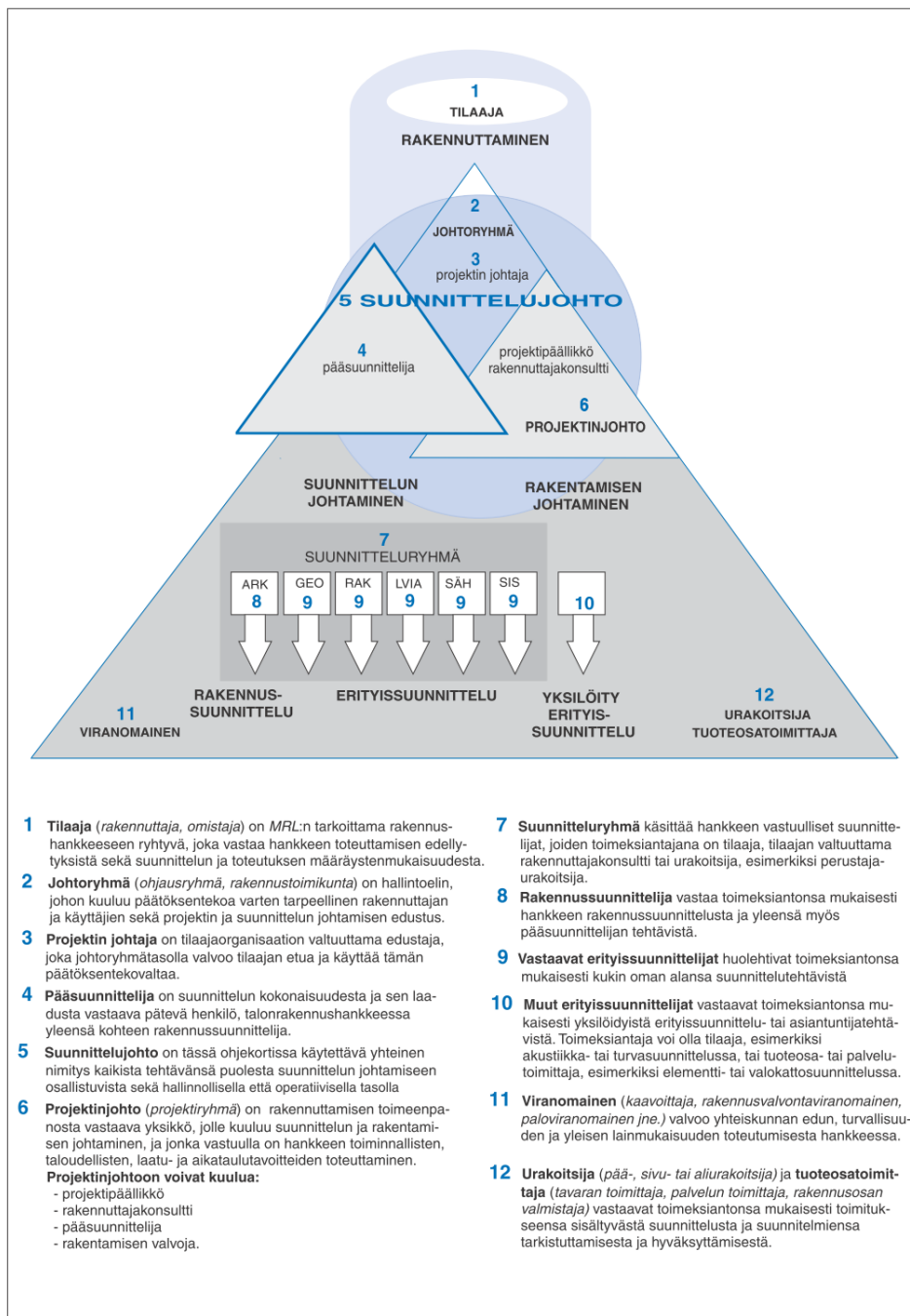
”Suunnittelun ohjauksella varmistetaan, että suunnitteluprosessi johtaa asetettuihin tavoitteisiin ja tuottaa toiminnallisesti, taloudellisesti, esteettisesti, teknisesti, ympäristöllisesti ja muilta vaatimuksiltaan hyväksyttävät suunnitelmat.” (RT 10-11107 2012)

Talonrakennushankkeen laadun kannalta yksi keskeisimpiä osatekijöitä on suunnittelu. Kaikilla suunnitteluratkaisuilla on kustannusvaikutuksia, joilla on hankkeen kokonaistaloudellisuuden kannalta merkitystä. Tämän vuoksi suunnittelun tavoitteet ovat yksinkertaisesti saavuttaa paras mahdollinen laatu olemassa olevilla suunnitteluressseilla. (Kankainen & Junnonen 2001)

Talonrakennushankkeen toteutusmuodosta riippuen suunnitelmien tilaajana voi toimia rakennuttaja, urakoitsija tai rakennuttajakonsultti. (Kankainen & Junnonen 2001) Hankkeen suunnittelun tilaajan tehtäviä on tässä tutkimuksessa käsitelty tarkemmin kohdassa ”Suunnittelun tilaajan tehtävät”.

Suunnittelun ohjauksen näkökulmasta tietomalleilta haetaan hankkeen suunnitteluvaiheessa hyötyjä tilaajan päätöksenteon tueksi. Hankkeen rakennusvaiheessa hyötyä saavutetaan suunnitelmista ennakolta poistettujen ristiriitaisuuksien myötä. Lisäksi tietomallien mahdollistamat havainnollistamiset ja vertailut eri suunnittelu- ja tilavaihtoehtojen välillä myötävaikuttavat tilaajan ja käyttäjien päätöksiin. (RT 10-11076 2012)

Kuvassa 4 havainnollistetaan rakennushankkeen osapuolia ja tehtäviä.



Kuva 4. Rakennushankkeen osapuolia ja tehtäviä. (RT 13-10860 2005.)

Suunnittelun valmistelu

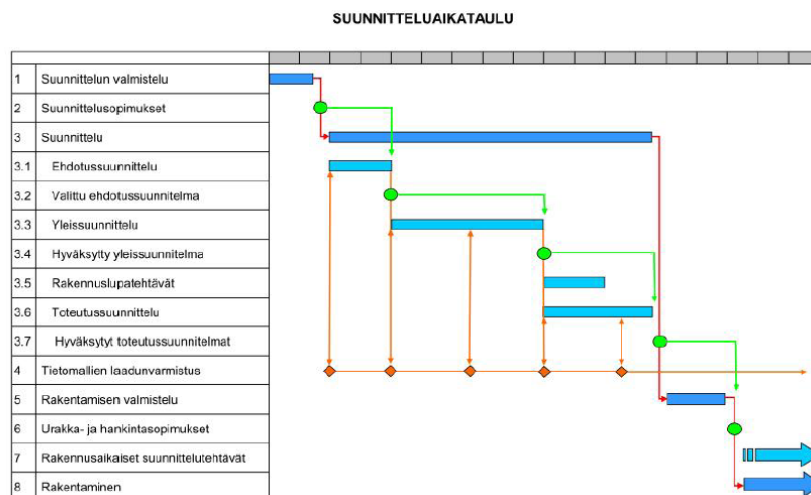
Suunnittelun valmisteluvaiheessa tarkastetaan suunnittelutavoitteet ja -ohjeet sekä täsmennetään ne. (RT 10-11076 2012) Edellä mainitut tavoitteet toimivat suunnittelijoiden työn lähtökohtana. (Kankainen & Junnonen 2001) Suunnitteluohjelman laadinta ja tietomallinnussuunnitelman tarkentaminen kuuluvat myös vaiheen tuotoksiin. Lisäksi laaditaan suunnittelu-aikataulu, määritetään laadunvarmistuksen menettelyt ja organisoidaan suunnittelu. Suunnittelun organisointi käsittää suunnittelun johtamisen järjestämisen, suunnittelun jakamisen tarkoituksenmukaisiin osiin sekä suunnitteluryhmän toimintamallin valinnan. (RT 10-11076 2012) Keskeistä suunnittelun organisoinnin kannalta on omata riittävä asiantuntemus kuhunkin suunnittelun osatehtävään. (Kankainen & Junnonen 2001) Yleensä suunnitteluryhmän toimintamallina käytetään pääsuunnittelua, jossa erityisalojen suunnittelu on alistettu pääsuunnittelun alle. (RT 10-11076 2012) Muita suunnittelun toimintamalleja ovat rakennuttajavetoinen suunnittelu, kokonais-suunnittelu ja yhteisvastuullinen suunnittelu. (Kankainen & Junnonen 2001) Suunnittelun valmisteluvaiheessa määritetään myös suunnittelijoiden tehtävät ja vastuut. (RT 13-10860 2005) Tämän lisäksi määritetään suunnittelijoiden valintamenettelyt sekä tehdään päätökset suunnittelijavalinnoista. (RT 10-11076 2012)

”Laadullisesti hyvä lopputulos edellyttää asiantuntevia suunnittelijoita. Suunnittelijan valinnan perusteita ovat:

1. *Pätevyys*
 - *Suunnittelijoiden ammattitaito, koulutus ja asiantuntemus*
 - *Aikaisempi kokemus, suoriutuminen vastaavissa tehtävissä ja paikallistuntemus*
 - *Suunnitteluyrityksen osaamisen ja työmenetelmien taso*
2. *Toimituskyky*
 - *Käytettävissä olevat henkilö- ja muut resurssit*
 - *Toimitusaika sekä kyky noudattaa ja sopeutua tilaajan aikataulutavoitteisiin*
3. *Yhteistyökyky*
 - *Henkilöiden ja työpanoksen soveltuminen tilaajan ja hankkeen muiden osapuolien tarpeisiin*
 - *Suunnittelijan tai suunnitteluryhmän etäisyys tilaajasta ja toisistaan yhteistyötä ja osasuunnitelmien yhteensovittamista ajatellen*
4. *Kustannukset*
 - *Suunnittelukustannukset (palkkiot, erityiset korvaukset ja kulut) ja niiden merkitys kokonaishankkeessa.”*

(Kankainen & Junnonen 2001)

Tietomallisuunnittelun aikataulussa (kuva 5) määritetään tietomallien yhteensovitukset sekä tekniset laadunvarmistukset talonrakennushankkeen eri vaiheissa. (RT 10-11076 2012)



Kuva 5 Esimerkki tietomallisuunnittelun aikataulusta (RT 10-11076 2012)

Suunnittelun ohjaus, valvominen ja koordinointi

Suunnittelun ohjauksella tarkoitetaan toimia, jotka liittyvät suunnittelijoiden aktiiviseen opastamiseen, jotta saavutetaan tavoitteiden mukaiset ja yhteensopivat suunnitteluratkaisut. (RT 13-10860)

”Johtamisen keinoin huolehditaan, että

- *Osapuolten tarpeet, tavoitteet ja toiveet otetaan huomioon ja mahdolliset ristiriidat ratkaistaan*
- *Alussa asetettuja tavoitteita seurataan ja täsmennetään koko hankkeen ajan*
- *Asiantuntijoiden työt sovitetaan keskenään yhteen liiketoiminnallisesti kannattavalla tavalla*
- *Suunnitelmakokonaisuudesta tulee kattava sekä ristiriidaton ja*
- *Suunnittelun laajuus, kokonaiskustannukset ja laatu sekä itse suunnittelutyö pysyvät vahvistetussa paketissa.”*

(RT 13-10860)

Suunnittelun ohjaukseen kuuluu suunnittelutavoitteiden tarkastaminen, tavoitteiden vertaaminen vaatimusmalleihin. (RT 10-11076 2012) Valvonnalla puolestaan tarkoitetaan toimia, jotka liittyvät suunnittelun etenemisen seurantaan, suunnitelmien tarkastamiseen sekä edellä mainituista raportointiin (RT 13-10860). Suunnittelun koordinointi *”on suunnittelijoiden tehtävien ja aikataulun sekä suunnitelmien sisällön yhteensovittamista keskenään sekä hankkeen muuhun kokonaisuuteen.”* (RT 13-10860)

2.3.1 Suunnittelunohjaukseen osallistuvien henkilöiden tehtävät tietomallinnettavassa rakennushankkeessa

Tietomallinnettavan rakennushankkeen osapuolten tehtävät on kuvattu hyödyntäen yleisiä tietomallivaatimuksia 2012 sekä rakennushankkeen johtamisen ja suunnittelun tehtäväluetteloita 2012.

Suunnittelun tilaajan tehtävät

Suunnittelun tilaajan tehtäviin kuuluu suunnittelunohjaus, joka pitää sisällään suunnittelutavoitteiden tarkastamisen ja näiden vertaamisen vaatimusmalleihin sekä suunnittelutavoitteiden täyttymisen valvominen suunnittelun eri vaiheissa. Suunnittelun tilaajan tehtäviin kuuluu myös määrittää ja järjestellä suunnittelijoiden ja muiden osapuolten välinen yhteistyö laadunvarmistuksen osalta sekä sopia suunnitelmakatselmuksista, hyväksyttämisen- ja raportointimenettelyistä. (RT 10-11076 2012)

Suunnittelun tilaaja valitsee ja tekee päätökset ehdotettujen suunnitteluratkaisujen pohjalta. Tilaajan on myötävaikutettava suunnitteluun liittyviin seikkoihin siten, että suunnittelutehtäville jää riittävästi aikaa suunnitteluajatauluun sekä suunnittelijat saavat tarvitsemansa lähtötiedot suunnittelua varten. (RT 10-11107 2012)

Suunnittelun tilaajan tehtävät ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheissa:

- Määrittää tietomallinnuksen laajuus suunnittelussa
- Ohjata suunnittelua
- Laatia suunnitteluajataulu
- Sopia yhteisesti tietomallinnukseen liittyvistä pelisäännöistä
- Myötävaikuttaa suunnittelun kulkuun
- Valita suunnitteluratkaisut
- Tehdä päätökset suunnitteluvaiheiden hyväksymisestä
- Tehdä päätös rakennusluvan hakemisesta

(RT 10-11107 2012)

Pääsuunnittelijan tehtävät

Pääsuunnittelija toimii hankkeen vastuullisena suunnittelijana. Pääsuunnittelija vastaa rakennusvalvontaviranomaiselle tehtäväkenttensä hoitamisesta koko suunnittelu- ja rakennushankkeen ajan. Näihin tehtäviin kuuluu suunnitelmien laadun ja laajuuden varmistaminen siten, että rakentamiselle asetetut vaatimukset täyttyvät. (RT 10-11108 2012)

Pääsuunnittelijan tehtäviin kuuluu myös huolehtia siitä, että eri suunnittelualojen suunnitelmat ovat yhteensopivia ja ristiriidattomia ja, että tarvittavat suunnitelmat tehdään.

Yhteensovittamisen ja ristiriidattomuuden varmistamiseksi pääsuunnittelija raportoi suunnittelun tilaajalle suunnittelun tilasta. (RT 10-11108 2012)

Pääsuunnittelijan tulee valmistella ja laatia tarvittavat rakennuslupa-asiakirjat ja toimittaa ne rakennusvalvontaviranomaiselle sekä osallistua hankkeessa järjestettävään aloituskokoukseen. (RT 10-11108 2012)

Tietomallikoordinaattorin tehtävät

Tietomallikoordinaattorin tehtävä on koordinoida ja ohjeistaa tietomallinnukseen liittyviä tehtäviä yhteistyössä pääsuunnittelijan kanssa koko hankkeen ajan. Tietomallikoordinaattori raportoi suunnittelun ja tietomallien tilasta hankkeen tai suunnittelun johdolle esimerkiksi työmaakokousten yhteydessä. Raportointiin sisältyy vähintään mallintamisen tila, tehdyt toimenpiteet, laadunvarmistuksen tulokset sekä ongelmat. Tehtäviin voidaan myös sisällyttää yhdistelmämallien tuottaminen sekä tietoteknisen yhteensovittamisen varmistaminen. (RT 10-11076 2012)

Ehdotus-, yleis- ja toteutussuunnitteluvaiheessa tietomallikoordinaattorin tehtävät määritetään YTV2012 mukaan seuraavan luettelon mukaisesti.

- Tietomallinnuksen aloituskokouksen järjestäminen
- Tietomallinnussuunnitelman tarkentaminen
- Vaatimusmallien päivittämisestä huolehtiminen
- Tietomallintamisen riskitarkastelun päivittäminen
- Tietomallintamisen aikataulus
- Tietomallinnustehtävien valvonta
- Suunnittelun laadunvarmistuksen valvonta
- Tilaajan laadunvarmistustehtävät
- Tietomallinnusdokumentoinnin valvonta
- Tietomallikokoukset ja -katselmuks
- Yhdistelmämallien laadinta ja tarkastaminen
- Tietomallinnustilanteen raportointi

(RT 10-11076 2012)

Suunnittelualakohtaisten vastuuhenkilöiden tehtävät

Suunnittelualoittain nimettyjen vastuuhenkilöiden tehtäviin kuuluu huolehtia oman suunnittelualan suunnittelun tilasta ja laadusta. Tämän lisäksi vastuuhenkilöt huolehtivat oman vastualueensa tietomallinnukseen liittyvistä tehtävistä. (RT 10-11076 2012)

RT 10-11076 mukaan suunnittelualakohtainen vastuuhenkilö:

- ”Toimii yhteyshenkilönä tietomallintamiseen liittyvissä asioissa”
- ”Koordinoi oman suunnittelualan tietomallinnustehtäviä sovitusti”
- ”Ohjeistaa omaa ryhmäänsä sovitusta projektin pelisäännöistä”

- ”Osallistuu tietomallinnussuunnitelman päivittämiseen”
- ”Kommunikoi tehokkaasti muiden suunnittelualojen kanssa rajapintoihin, tiedonsiirtoon, pelisääntöihin ja yhteistyöhön liittyen”
- ”Osallistuu tietomallinnuspalaveriin (yhdessä suunnittelualan vastuullisen suunnittelijan kanssa)”
- ”Huolehtii suunnittelualakohtaisesta laadunvarmistuksesta, tietomalliselostusten laadinnasta ja tiedonhankinnasta”
- ”Varmistaa ja tarkistaa omalta osaltaan yhdistelmämallien toimivuuden suunnittelumallien yhteensopivuuden”

(RT 10-11076 2012)

3 KUOPION ELINKAARIHANKE –CASE

3.1 Elinkaarihankkeet erityispiirteineen

Elinkaarihankkeisiin viitattaessa käytetään useasti käsitteitä kuten elinkaarimalli, elinkaaritoteutus, elinkaaripalvelu ja elinkarihankinta. Englanninkielinen termi elinkaarimallista on public private partnership, joka lyhennetään kirjaimin PPP. Yleensä elinkaarihankkeita käsiteltäessä tarkoitetaan toteutusmuotoja joissa palveluntuottajan ja tilaajan väliseen sopimukseen kuuluu kiinteistö tai infrastruktuuri. (Lahdenperä 2003)

Rakennusalalla elinkaarihankkeet tarkoittavat pitkäaikaista palvelu- tai ylläpitosopimusta, johon sisältyy myös kohteen suunnittelu ja rakentaminen. (Lahdenperä 2006) ”*Elinkaarisopimukset perustuvat kiinteisiin palvelumaksuihin, joihin vaikuttavat mahdolliset kannustimet ja sakot, jotka määräytyvät palvelutason mukaan.*” (Niemi 2011) Toteutusmuodosta riippuen palveluntuottajan vastuulle kuuluu kohteen rahoitus, omistus, suunnittelu, rakentaminen, kiinteistöpalvelut, käyttäjäpalvelut, pääkäyttäjätöiminnot ja mahdollinen täydentävä käyttö. (Niemi 2011)

Elinkaarihankkeissa sitoudutaan pitkään ylläpito- ja palvelusopimukseen, jonka kesto on yleensä vähintään 15 vuotta. (Hänninen 2009) Tämän vuoksi hankkeen valmistelu, suunnittelu ja rakennusratkaisut ovat avainasemassa tarjousvaiheessa. Suunnitteluratkaisut vaikuttavat olennaisesti energia- ja kustannustehokkuuteen, jotka vaikuttavat pitkällä aikavälillä olennaisesti elinkaarisopimuksen kustannuksiin. (Lahdenperä 2006)

3.2 Kuopion elinkaarihanke

Tutkimuksessa Kuopion elinkaarihanke on hyödynnetty menettelyehdotuksen luomiseen. Hanke kuuluu RYM-SHOKin PRE –tutkimusohjelman Model Nova -työpakettiin ja sitä on tutkimusohjelman aikana tutkittu PRE -ohjelmaan kuuluvien osapuolten toimesta. Elinkaarihankkeen kaikki viisi kohdetta on suunniteltu mallintamalla. Lisäksi hankkeen viimeisessä kohteessa on suunnittelunohjauksessa sovellettu onnistuneesti Last Planner -menetelmää. Tämän vuoksi Kuopion elinkaarihankkeen suunnittelunohjausmenettelyt kuvataan työssä ja niitä hyödynnetään menettelyehdotuksen laadinnassa.

Kuopion elinkaarihankkeen päätoteuttajana ja rakennushankkeeseen ryhtyvänä toimii vuonna 2009 perustettu projektiyhtiö Lemminkäinen PPP Oy, joka vastaa Kuopion kaupungille toteutettavan elinkaarihankkeen palveluntuotannosta. Hankkeen sisältöön kuuluu neljän koulun ja yhden päiväkodin uudisrakennus- ja peruskorjaustyöt. Elinkaarivas-

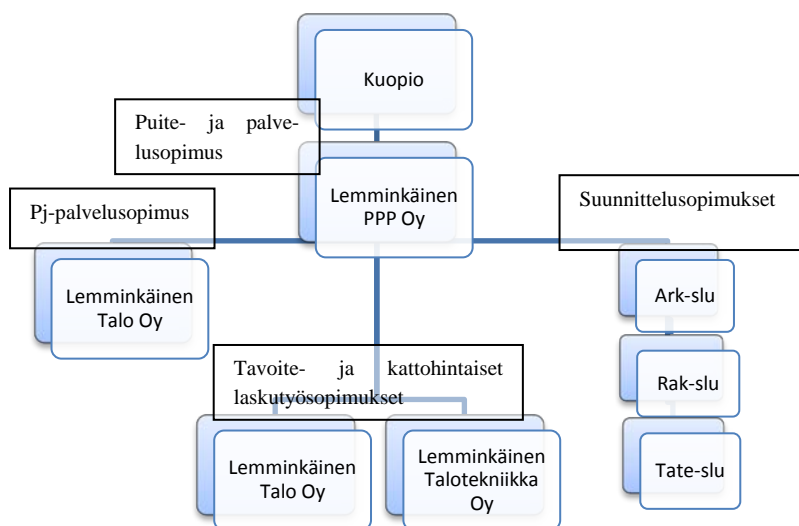
tuuseen kuuluu rakennusten hoito ja ylläpito 25 vuoden palvelujakson ajan. Elinkaari-vastuu kestää vuoteen 2036 asti ja koko hankkeen rakennustöiden on määrä valmistua vuoden 2013 syksyyn mennessä. (Lemminkäinen PPP Oy 2012)

Projektiorganisaatioissa Lemminkäinen Talo Oy toimii projektinjohtorakennuttajakonsulttina. Rakennus ja saneeraustyöt on jaettu osaurakoihin, joista Lemminkäinen Talo Oy Kuopion yksikkö suorittaa rakennustekniset työt ja tuottaa työmaapalvelut. Lemminkäinen Talotekniikka Oy Kuopio toteuttaa talotekniset työt. Käyttö- ja ylläpitovaiheen huoltotyöt kuuluvat Lemminkäinen Talo Oy:n ylläpito-organisaatiolle. (Niemi 2011)

Suunnittelunohjauksesta hankkeesta vastaa projektinjohto-organisaatio, sen suunnittelu-työryhmä ja pääsuunnittelija, ensi sijassa kuitenkin Lemminkäinen Talo Oy. Arkkitehtisuunnittelusta vastaa Arkkitehtitoimisto Perko Oy, rakennesuunnittelusta Nylund Oy, taloteknisestä suunnittelusta Insinööritoimisto Granlund Oy, geosuunnittelusta Pöyry Environment Oy ja elinkaariasiantuntijana toimii Pöyry Building Services Oy. (Niemi 2011)

Hankkeen projektipäällikkönä työskentelee Matti Varstala Lemminkäinen Talo Oy, joka toimii Lemminkäinen PPP Oy:n edunvalvojana sisältäen suunnittelunohjauksen ja osittaisen toteutuksen rakennuttajan näkökulmasta tarkastellen. (Varstala 2012)

Kuvassa 6 esitetään Kuopion elinkaarihankkeen projektiorganisaatio.



Kuva 6. Kuopion elinkaarihankkeen organisaatiokaavio

Seuraavissa luvuissa on kuvattu Kuopion elinkaarihankkeen viimeisen kohteen Pohjantien koulun suunnittelunohjausmenettelyt. Suunnittelunohjausmenettelyiden kuvaus on haastattelujen analysoinnin tulosta. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, joissa

valmisteltujen kysymysten lisäksi keskusteltiin aiheesta myös vapaamuotoisesti. Haastateltavat henkilöt on valittu Kuopion elinkaarihankkeen projektivastaavien joukosta.

3.3 Suunnittelunohjausmenettelyt

Kuopion elinkaarihankkeen viimeinen kohde on Pohjantien koulu, jossa tutkimusta tehdessä oli suunnitteluvaihe käynnissä. Pohjantien koulu on peruskorjauskohde johon liittyy uusi laajennusosa. Elinkaarihankkeeseen kuuluu erilaisia simulointeja ja analyysyjä ja näiden toteuttamisen edellytyksenä on tietomallinnuksen monipuolinen hyödyntäminen. (Varstala 2012)

”Kohteen monimutkaisen luonteen vuoksi tietomallinnus on suuressa roolissa”.

Matti Varstala 20.4.2012

Tietomallikoordinaattorina kohteessa toimi Lemminkäinen Talo Oy:n tietomalliasiantuntija Artur Virit, jonka tehtävänä oli laatia kohteen yhdistelmämalli eri suunnittelualojen tietomalleista sekä laatia yhdistelmämallista tarkastusraportti. Yhdistelmämallit laadittiin viikkoa ennen suunnittelukokouksia kyseisen hetken uusimmista eri suunnittelualojen tietomalleista. Tietomallien yhdistämisessä käytettiin Solibri Model Checker -ohjelmaa ja yhdistelmämallin tarkistus ja tarkastusraportti laadittiin samaa ohjelmaa käyttäen. Yhdistelmämallin tarkastusraportti toimitettiin pääsuunnittelijalle, joka vastaa suunnitelmien yhteensopivuudesta. Jokainen suunnitteluala korjasi omasta osamallistaan tarkastusraportissa ilmenneet virheet, jonka jälkeen osamallit tallennettiin projekti-pankkiin IFC-tiedonsiirtoformaattissa, josta se oli projektin suunnitteluryhmän saatavissa. (Virit 2012)

Solibri Model Checker ja Solibri Model Viewer –ohjelmat on kehitetty tarkastamaan ja parantamaan rakennuksen tietomallien laatua. Ohjelmia kehittää ja ylläpitää suomalainen yritys Solibri, Inc. (Solibri 2012)

Suunnittelunohjauksen lähtökohtana Pohjantien koulun suunnitteluvaiheessa oli käytössä kaksipuolainen järjestelmä, jossa perinteisen suunnittelu-aikataulun rinnalla käytössä oli Last Planner -menetelmä paloitlemaan suurempaa kokonaisuutta pienemmiksi helpommin hallittaviksi osa-alueiksi. Last Planner -kokouksissa suunniteltiin suunnittelu-tehtävät kahdesta kolmeen viikkoa eteenpäin ja ne kirjattiin rullaavaan suunnittelutehtävääikatauluun. Rullaavaa suunnittelutehtävääikataulua verrattiin varsinaiseen suunnittelu-aikatauluun. Näiden kokousten tarkoituksena oli tiedostaa suunnittelun koordinointiin liittyvät ongelmakohdat ja pyrkiä yhdessä löytämään näille ratkaisu. (Varstala 2012)

Hankkeen suunnitteluprosessi laadittiin etukäteen yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa. Aikataulun lähtökohtana oli mm. tarve rakennusluvan, hankintojen, tuotannon tai muiden asettamat vaatimukset suunnittelulle. Tavoitteena oli realistisen suunnittelu-aikatau-

Sovitut suunnittelutehtävät	Vastuuhenkilö	Kommentit	VKO		
			48	49	50
			2.12.	9.12.	16.12.
ARK					
runkoreittien tarkentamisen sovittaminen alakattosuunnitteluun, sopiminen menettelytavoista ja aikataulusta	T / P	P yhteydessä T:en 9.12. tieto kirjallisesti kaikille			
rakennusluvan liitteiden (energiatodistus) tarve käsittelyn aloittamiseksi	T	tarkistus tiistaina			
lausunto esitys vk 46 terveysviranomaiselle	T	lähetetty, toimitetaan kommentteihin vastineet			
vesikattokuvan päivitys, esitys rak-suunnittelijalle	T				
RAK					
ohjeistus salaajien kuvaukseen	H	ohjeistus, toimitetaan A:n kautta kuvaajille			
alapohjatyytit suunnitelmaan merkittynä	H				
IV-konehuoneen rungon, hormien, hissikulun yms. uusien rakenteiden suunnittelun periaatteet ja aikataulutus	H				
alapohjien vetokoe joulutauolla, ohjeistus ja toteutusajankohta	H				
Esitys räystäiden ja vesikaton tuuletuksesta	H				
tuuletus- ja aukioloaika tai kapselointi välipohjissa, tarkennus vaihtoehtoihin?	H				

Kuva 8. Ote Pohjantien koulun Last Planner –aikataulusta (Lemminkäinen PPP Oy 2012)

3.5 Kokouskäytännöt ja ajallinen sekä laadullinen ohjaus

Pohjantien koulun projektin suunnittelua koordinoitiin suunnittelukokouksilla, Last Planner -kokouksilla, yhdistelmämallikokouksilla, suunnittelijakokouksilla ja suunnittelukatselmuksilla. Perinteiset suunnittelukokoukset etenivät suunnittelukokousagendan mukaan. Näiden formaalien suunnittelukokouksien lisäksi hankkeessa pidettiin Last Planner -kokouksia, joissa käsiteltiin Last Planner -aikataulua. Kohteessa pidettiin myös erillisiä tarkentavia suunnittelupalavereita sekä tietomallipalavereita. (Varstala 2012)

Perinteisiä suunnittelukokouksia oli yhden kuukauden välein ja Last Planner -kokoukset jaksotettiin suunnittelukokousten väliin kahden viikon aikavälein siten, että suunnittelukokouksen jälkeen pidettiin Last Planner -kokous. (Varstala 2012)

Suunnittelukokous sisälsi Lemminkäinen Talo Oy:n toimintajärjestelmän mukaisen pöytäkirjan agendan. Tarvittaessa toimintajärjestelmän mukaista pöytäkirjaa voi muokata projektiin sopivaksi. Pohjantien koulun suunnittelukokouksen pöytäkirjan agenda oli seuraavanlainen.

- Kokouksen järjestäytyminen
- Edellisen kokouksen pöytäkirjan hyväksyminen
- Edellisen kokouksen avoimet asiat
- Erillisneuvottelujen kirjaaminen
- Tontti-, lupa ja viranomaisasiat
- Suunnitelmien hyväksyttäminen ja käyttäjien asiat

- Suunnittelutilanne ja työn eteneminen aikatauluun nähden
- Päätoteuttajan asiat
- Toteutuksen ja käytön työturvallisuusasiat
- Tilaajan asiat
- Muut asiat
- Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet
- Seuraava kokous

Suunnittelukokouksien rinnalla pidettävien Last Planner -kokousten agenda oli vapaa-
muotoisempi. Seuraava kuvaus Last Planner -kokouksesta perustuu Matti Varstalan
haastatteluun sekä julkaisemattomiin muistioihin kyseisistä kokouksista.

Vapaa-
muotoisesta Last Planner kokouksesta laadittiin osapuolten kesken jaettava muis-
tio. Muistiona toimi Last Planner -aikataulu. Aikatauluun kirjattiin eri suunnittelijoiden
tehtävät seuraavalla kolmen viikon aikajänteellä. Suunnittelijat ilmoittivat myös tarvit-
tavat lähtötietotarpeet omaa suunnitteluratkaisua varten sekä päivämäärän mihin
mennessä tarvitsivat tiedon. Kokousten tärkeimpänä tavoitteena oli löytää suunnitte-
luongelmat ja niiden ratkaisut. Eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamisella
oli myös suuri rooli näissä kokouksissa. (Varstala 2012)

Projektissa pidettiin myös niin kutsuttuja yhteensovitus- ja tietomallikokouksia. Näissä
kokouksissa rakennuksen yhdistettyä tietomallia tarkasteltiin järjestelmällisesti läpi pää-
suunnittelijan johdolla projektipäällikön laatiessa muistion. Muistioon kirjattiin kokouk-
sessa esiin tulleet asiat, ristiriidat, aikataulutilanne, ongelmat ja ongelmien ratkaisut.
Kokouksessa tarkasteltiin niitä ongelmakohtia, joita eri suunnittelualojen suunnittelijat
sekä hankkeen tietomallikoordinaattori olivat havainneet kyseisen hetken uusimmasta
yhdistelmämallista.

Yhteensovitus- ja tietomallikokouksissa yhdistelmämallia tarkasteltiin Tekla BimSight -
ohjelmaa sekä Archicad -ohjelmaa hyödyntäen. Ohjelmiin oli ladattu eri suunnittelualo-
jen IFC-muodossa olevat tietomallit. Eri suunnittelualojen vastaavat suunnittelijat olivat
perehtyneet etukäteen yhdistelmämallissa ja suunnitelmissa oleviin ongelmiin sekä kir-
janneet ne valmiiksi ohjelman sisältämään muistioon. Hankkeen projektipäällikkö ohja-
si kokouksen kulkua ja kirjasi esiin nousseet asiat, ongelmat sekä suunnitelmaratkaisut
osapuolten kesken jaettavaan kokousmuistioon. Eräässä suunnitelmien yhteensovitta-
miskokouksessa kokouksen agenda oli seuraavanlainen: suunnitelmien yhteensovitta-
minen ja suunnittelun yleistilanne sekä aikataulu. Suunnittelutilanne sekä toteutuneet ja
avoimeksi jääneet asiat kirjattiin seuraavassa suunnittelupalaverissa tai -kokouksessa.

Seuraava taulukko havainnollistaa projektissa käytettyjen kokousten luonnetta.

Taulukko 1. Pohjantien koulun suunnittelukokoukset

Pohjantien koulu	Suunnittelukokous	Last Planner kokous	Yhteensovituskokous	Yhdistelmämallikokous
Agenda	Formaali (agendan mukaan)	Vapaamuotoinen	Vapaamuotoinen	Yhdistelmämalli
Aikaväli	4 viikkoa	2 viikkoa	Sovitusti	Sovitusti
Puheenjohtaja	Projektipäällikkö	Projektipäällikkö	Pääsuunnittelija	Pääsuunnittelija
Päävastuu	Projektipäällikkö	Suunnittelijat	Suunnittelijat	Suunnittelijat, tietomallikoordinaattori
Käytetty aikataulu	Suunnitteluaikataulu	Last Planner -aikataulu	-	-
Aihe, johon keskityttiin	Projektin asiat, esityslistan mukaan	Aikataulu ja suunnitelmien valmistuminen	Suunnitelmien yhteensovitus ja aikataulu	Yhdistelmämalli, virheiden tunnistaminen

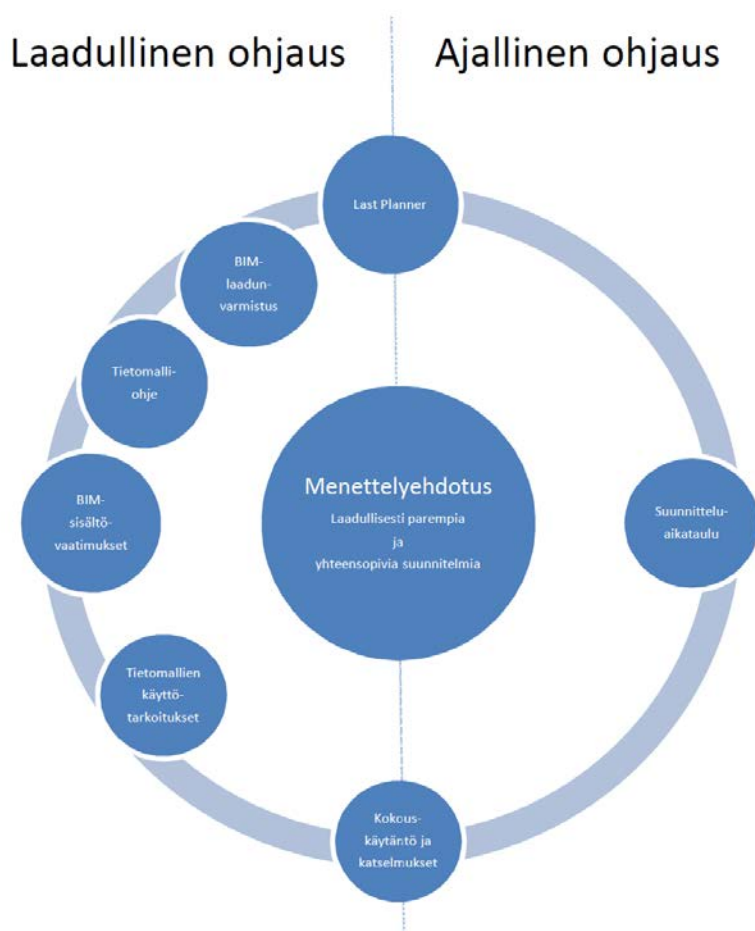
3.6 Tietomallinnuksen ja suunnittelu yhteistyön ongelmia

Pohjantien koulun tietomallien tarkastamisessa ja tarkastusraporttien käsittelyssä törmättiin seuraavaan ongelmaan. Yhdistelmämalli laadittiin kahteen kertaan eri ohjelmilla. Tiedonsiirto tarkastusraporttien muodossa oli haasteellista ohjelmistoista aiheutuvien rajoitusten myötä. Tietomallikoordinaattori käsitteli yhdistelmämallia Solibri Model Checker -ohjelmalla sekä laati tarkastusraportin käyttäen samaa ohjelmaa. Suunnittelijat käsittelevät yhdistelmämallia Tekla BimSight ohjelmalla. Tarkastusraporttia ei voi siirtää Solibrin ohjelmasta Teklan ohjelmaan. Suunnittelijoiden tulisi käyttää yhdistelmämallin tarkastamiseen ja tarkastamisraportin laatimiseen Solibri Model Viewer -ohjelmaa, jolloin tarkastusraporttien jakaminen osapuolten kesken onnistuisi samassa ohjelmistoketjussa. (Virit 2012)

4 TIETOMALLIHANKKEEN SUUNNITTELUN OHJAUKSEN MENETTELYT

Tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyiden ja ohjeiden tarkoituksena on selventää suunnittelun ohjauksen menetelmiä ja välineitä tietomallinnetun projektin eri vaiheissa. Näin voidaan edistää yhteensopivien ja laadukkaiden suunnitelmien tuottamista sekä parantaa kaikkien osapuolten työskentelyä hankkeessa.

Menetelmät ja ohjeet koostuvat suunnittelunohjauksen etenemisen kuvauksesta sekä tietomalleihin liittyvistä ohjeista sekä määritelmistä. Ohjeiden ydin (kuva 9) on tuottaa tietomallien avulla laadullisesti parempia ja yhteensopivia suunnitelmia ajoissa sekä helpottaa osapuolten yhteistoimintaa. Osapuolten yhteistoimintaa parantamaan on sovellettu Last Planner -menettelyä.



Kuva 9. Menettelyehdotuksen ydinosa

Ohjeiden laadinnassa on otettu huomioon aiempia kokemuksia tietomallinnetuista rakennushankkeista ja julkaistuja tutkimustuloksia. Koska osapuolten toiminnalla ja menettelyillä on suuri merkitys, on ohjeiden painopiste osapuolten välisessä yhteistoiminnassa, suunnittelun laadunvarmistuksessa sekä aikataulutuksessa.

Aiemmassa luvussa esiteltiin Kuopion elinkaarihanke –CASE, joka tässä tutkimuksessa edustaa tietomallinnettua rakennushanketta, jossa Last Planner –menettelyä käytettiin onnistuneesti suunnittelun ohjauksen työkaluna. Hankkeesta saatuja positiivisia kokemuksia sovelletaan seuraavana esiteltyyn suunnittelun ohjauksen menettelyehdotukseen.

4.1 Suunnittelun käynnistäminen tietomallinnetussa hankkeessa

Suunnittelun käynnistäminen tietomallinnetussa hankkeessa vaatii enemmän määrityksiä ja ohjeita kuin perinteinen 2D-dokumentteihin pohjautuva suunnittelu (taulukko 2). Tässä kappaleessa on pyritty kuvaamaan vaiheittain suunnittelun käynnistämisen eteneminen tietomallinnetussa hankkeessa. Lisäksi eri vaiheissa tarvittavat dokumentit on lueteltu. Lähtötietoina on käytetty Lemminkäinen Talo Oy:n toimintajärjestelmän ohjeita, jotka pohjautuvat osittain yleisiin tietomallivaatimuksiin sekä yleisiä tietomallivaatimuksia 2012 että rakennushankkeen johtamisen ja suunnittelun tehtäväluetteloita 2012.

Taulukko 2. *Suunnittelun käynnistämisen vaiheet ja eri vaiheissa tarvittavat dokumentit*

Suunnittelun valmistelu	Suunnittelun tarjouspyyntö	Suunnittelun neuvottelu	Suunnittelusta sopiminen	Suunnittelun aloitus
Hankkeen toteutussuunnitelma	Suunnittelun tarjouspyyntö	Suunnittelun sopimusneuvottelupöytäkirja	Suunnittelusopimus	Suunnitteluohje
Asemakaava	Suunnitteluohjelma ja tarvittavat kirjaukset BIM:n osalta. Mm. mallien luovutus tilaajan ja kolmansien osapuolien käyttöön.	Suunnittelutarjous	Suunnitteluohje	Projektin tietomalliohje
Projekti aikataulu	Projekti aikataulu	Tarjouspyyntöasiakirjat	Suunnittelusopimusneuvottelupöytäkirja	Tietomallien sisältövaatimukset
Alustava suunnittelu aikataulu	Alustava suunnittelu aikataulu	Tietomallien YTV2012 mukaiset sisältövaatimukset täsmennetään	Suunnittelu aikataulu	Vaatimusmallitaulukko
Tehokkuustarkastelu	Projektin alustava tietomalliohje	Yhdistelmämallin käyttö suunnittelun ohjauksessa		Suunnittelu aikataulu
Tietomallien käytön kuvaus	Suunnittelun tehtäväluettelot (TELU2012)	Suunnittelumenettely, yhteistyö ja suunnitelmien yhteensovittaminen		Projektin organisoitiohje
Laatu- ja suunnittelutavoitteet	Tietomallien YTV2012 mukaiset sisältövaatimukset	Kokouskäytännöt: Suunnitelmien havainnollistaminen tietomallien avulla.		Tietomallien käyttötarkoitukset projektissa
Kannattavuuslaskelma	Asemakaava	Lemminkäinen Talo Oy:n oman rakennekirjaston hyödyntäminen		Suunnittelun kokouskäytännöistä sopiminen
Tietomallikoordinaattorin tehtävien määrittäminen ja vastuullinen osapuoli	Tietomallien käyttötarkoitukset projektissa			
	Tietomallikoordinaattorin tehtävät, jos liitetään esim. pääsuunnittelijan suunnittelutarjouspyyntöön			

Suunnittelun valmistelu

Tietomallinnetun hankkeen suunnittelun valmistelulla varmistetaan, että suunnittelun käynnistämiseen tarvittava aineisto on valmiina suunnittelun tarjouspyyntöjä varten. Hankkeen toteutussuunnitelmassa määritetään hankkeen läpivientiä koskevia asioita ja suunnittelun tilaajan tahtotilaa. Ohessa on kuvattu hankkeen toteutussuunnitelman sisältö.

1. Hankkeen toteutussuunnitelma liitteineen

- Asemakaava
- Projekti aikataulu
- Alustava suunnittelu aikataulu
- Tehokkuustarkastelu
- Tietomallien käyttötarkoitukset
- Laatu- ja suunnittelutavoitteet
- Kannattavuuslaskelma

- Tietomallikoordinaattorin tehtävien määrittäminen ja vastuullinen osapuoli

Tietomallinnuksen näkökulmasta suunnittelun johtaminen etenee kaksiportaisesti, jossa ensimmäisessä vaiheessa määritetään mihin tietomalleja halutaan käyttää ja miten niitä hyödynnetään. Toisessa vaiheessa tarkennetaan tietomallien tietosisältöä palvelemaan niiden käyttötarkoitusta. Kappaleessa 4.3 on kuvattu yleisesti tietomallien käyttämistä ja hyödyntämistä projektissa.

Alustavaan suunnitteluaiakatauluun määritellään tehtäviä liittyen tietomallinnukseen. Suunnitteluaiakataulua on kuvattu kappaleessa 4.5 jossa käy ilmi suunnitteluaiakatauluun tarvittavat tietomallinnukseen liittyvät tehtävät.

Suunnittelun tarjouspyyntö

Suunnittelun valmistelun seurauksena käynnistetään suunnittelun tarjouskysely. Suunnittelun tarjouspyyntöaineisto määritetään ja aineistosta laaditaan suunnittelun tarjouspyynnöt. Tarjouspyynnöt lähetetään suunnittelijoille jonka jälkeen suunnittelijat vastaavat tarjouspyyntöihin suunnittelutarjouksilla. Suunnittelutarjousten saavuttua valitut suunnittelijat kutsutaan suunnittelusopimusneuvotteluun. Seuraavana on kuvattu mitä dokumentteja tietomallinnetun hankkeen suunnittelun tarjouspyyntöaineisto pitää sisältää.

2. Suunnittelun tarjouspyyntöaineisto liitteineen
 - Suunnittelutarjouspyyntö
 - Suunnitteluohjelma ja tarvittavat kirjaukset BIM:n osalta, mm. mallien luovutus tilaajan ja kolmansien osapuolien käyttöön
 - Projektiaikataulu
 - Alustava suunnitteluaiakataulu
 - Projektin alustava tietomalliohje
 - Suunnittelun tehtäväluettelot (TELU2012)
 - Tietomallien YTV2012 mukaiset sisältövaatimukset
 - Asemakaava
 - Tietomallien käyttötarkoitukset projektissa
 - Tietomallikoordinaattorin tehtävät

Tietomallinnuksen näkökulmasta suunnittelun tarjouspyynnöissä on tärkeä huomioida määritellyt tietomallien käyttötarkoitukset, jotka liitetään mukaan suunnittelun tarjouspyyntöihin. Lisäksi suunnittelun tehtäväluettelot (TELU2012) ja projektin alustava tietomalliohje liitetään mukaan tarjouspyyntöaineistoon, projektin alustava tietomalliohje on kuvattu luvussa 4.2.1.

Pääsuunnittelijan toimiessa tietomallikoordinaattorina tarjouspyyntöaineistoon liitetään mukaan myös tietomallikoordinaattorin tehtävien kuvaus. Tietomallikoordinaattorin tehtävät on kuvattu kappaleessa 4.4.1.

Suunnittelun neuvottelu

Suunnittelun sopimusneuvottelussa tarkastetaan suunnittelutarjouksen sisältö. Lisäksi täsmennetään ja tarkennetaan suunnittelutarjouspyyntöjen mukaiset suunnittelun ja tietomallien sisältövaatimukset sekä sovitaan suunnitteluun liittyvät tehtävät mukailleen suunnittelun tehtäväluetteloita (TELU2012). Suunnittelun tehtäviin on kiinnitettävä erityisesti huomiota silloin kun tietomallikoordinaattori tulee arkkitehdin tai pääsuunnittelijan organisaatiosta. Suunnittelunohjauksen menettelytapoja myös havainnollistetaan. Erityisesti korostetaan yhteistyötä ja suunnittelun yhteensovittamista. Seuraavana on kuvattu suunnittelun sopimusneuvottelun sisältö.

3. Suunnittelun sopimusneuvottelupöytäkirja liitteineen
 - Suunnittelutarjous
 - Tarjouspyyntöasiakirjat
 - Tietomallien YTV2012 mukaiset sisältövaatimukset käydään läpi ja täsmennetään
 - Suunnittelun tehtäväluettelot (TELU2012) täsmennetään neuvottelussa
 - Yhdistelmämallin käyttö suunnittelun ohjauksessa
 - Suunnittelumenettely, yhteistyö ja suunnitelmien yhteensovittaminen. Suunnittelunohjauksen kokouskäytäntöjen kuten Last Planner -kokouksien havainnollistaminen
 - Lemminkäinen Talo Oy:n oman rakennekirjaston hyödyntäminen (asunto- tuotannossa)

Suunnittelusta sopiminen (sopimusneuvottelu, suunnittelusopimukset)

Suunnittelun sopimusneuvottelun tuloksena syntyy suunnittelusopimus valitun suunnittelijan kanssa. Suunnittelusopimus on osapuolia sitova juridinen dokumentti, jolla tilaaja tilaa suunnittelun ja suunnittelija sitoutuu noudattamaan sopimuksessa sovittuja asioita ja ehtoja. Suunnittelusopimukseen kuuluu seuraavat dokumentit.

4. Suunnittelusopimus ja BIM-liitteet
 - Suunnittelusopimus
 - Suunnitteluohje
 - Suunnittelusopimusneuvottelun pöytäkirja
 - Suunnitteluaiakataulu

Suunnittelun aloitus

Suunnittelun aloittamisesta vastaa Lemminkäinen Talo Oy:n projektipäällikkö. Projektipäällikön tehtävänä on organisoida suunnitteluryhmä ja sitouttaa se yhteistoimintaan. Projektipäällikkö kutsuu koolle tietomallintamisen aloituskokouksen, jossa seuraavana luetellut dokumentit käydään yhteistyössä suunnitteluryhmän kesken läpi ja täsmennetään. Projektin tietomalliohje käydään ennen tietomallintamisen aloituskokousta läpi tietomallikoordinaattorin kanssa.

5. Suunnittelun ohjaus
 - Suunnitteluohje
 - Projektin tietomalliohje
 - Tietomallien sisältövaatimukset
 - Vaatimusmallitaulukko
 - Suunnittelu-aikataulu
 - Projektin organisoitiohje
 - Tietomallien käyttötarkoitukset projektissa
 - Suunnittelun kokouskäytännöistä sopiminen

4.2 Suunnittelun ja tietomallien käytön tavoitteet sekä tietosisältö

Suunnittelun tavoitteiden asettamisella määritetään mitä suunnittelun tilaaja odottaa ja vaatii suunnittelulta. Suunnittelulle määritetyt vaatimukset esitetään suunnittelun tarjouspyyntöjen liitteenä olevassa suunnitteluohjeessa. Tietomalleille määritetyt vaatimukset esitetään taulukko- tai tekstimuotoisena sisältönä projektin tietomalliohjeessa. Hankkeen vaatimusmallipohja esitetään taulukkomuotoisena mallina. Suunnittelun tavoitteiden asettamisesta vastaa projektipäällikkö ja myös käyttäjät niissä projekteissa, joissa ovat alusta asti mukana.

4.2.1 Projektin tietomalliohje

Projektin tietomalliohjeessa määritetään suunnittelulle asetettavat tavoitteet ja vaatimukset tietomallien osalta. Projektin tietomalliohje on osapuolia yleisesti sitova ohje, jota yhteisesti sovittaessa päivitetään projektin ja suunnittelun edetessä. Alustava projektin tietomalliohje liitetään suunnittelun tarjouspyyntöjen liitteeksi. Tietomalliohjeen päivittämisestä vastaa projektin pääsuunnittelija tietomallikoordinaattorin toimiessa tukihenkilönä. Tietomalliohje päivitetään projektin tietomallintamisen aloituskokouksen jälkeen vastaamaan aloituskokouksessa täsmennettyjä asiakohtia.

Projektin alustavaan tietomalliohjeeseen kuvataan seuraavat asiat:

- Tietomallipohjainen suunnittelu, tuotettavat mallit ja käytettävät ohjelmat ja niiden versiot, lisäosat, kirjastot, IFC-sertifiointi
- Osapuolten tietomallintamisen vastuuhenkilöt
- Tietomallikoordinaattori ja tietomallintamisen tukihenkilöt

- Lähtötilanteen mallintaminen, maastomalli, tontin malli, tilamalli
- Vaatimusmallitaulukon ylläpito
- Tietomallipohjainen suunnittelu ja tietomallien käyttö projektissa
- Mallinnusohjeet ja aloitusohjat
- Tietomalliselostuksen käyttö
- Koordinaatisto ja korkeusasema
- Mallintamistavat, mallintamistarkkuudet ja toleranssit
- Attribuuttitiedosto, rakennekirjastot, LMK:n tietosisältötaulukot
- Malleihin liittyvät nimeämiskäytännöt
- Tiedonsiirron käytännöt, projektipankki
- Mallien julkaiseminen, päivityksen käytännöt ja projektipankin käyttö
- Suunnittelu-aikataulun mukainen mallien valmistuminen sekä julkaisu- ja päivitystahti
- Tietomallikatselmukset
- Kokouskäytäntö ja suunnitelmien havainnollistaminen yhdistelmämallin avulla
- Muutostenhallinta, revisiointi, työmallien käyttöön liittyvät menettelyt
- Mallien tarkastustoimenpiteet ja laadunvarmistuksen käytännöt
- Mallien ja muiden suunnitelmien yhteensovitus
- Mallien yhdistäminen ja yhdistelmämallin käyttö, törmäystarkastelut ja törmäystarkasteluiden vastuuhenkilöiden nimeäminen
- Toteumamalli, ylläpitomallin tuottaminen ja projektin päätöstoimenpiteet
- Koulutuksen ja perehdytyksen lisätarpeet

4.2.2 Vaatimusmallitaulukko ja sen ylläpito sekä vertaaminen suunnitelmiin

Vaatimusmallitaulukkona toimii liitteen 4 mukainen vaatimusmallipohja. Pääsuunnittelija määrittää kyseiseen taulukkoon tilatunnukset ja vaatimukset tiloille. Projektipäällikkö hyväksyy määritelmät. Vaatimusmallia ylläpidetään koko projektin ajan ja ylläpidosta vastaa pääsuunnittelija.

Hankkeen edetessä suunnitelmia verrataan vaatimusmalliin. Suunnitelmien vertaamisen ja tavoitteenmukaisuuden päävastuu on pääsuunnittelijalla. Vaatimusmallin ylläpito ja suunnitelmien vertaaminen siihen tulee huomioida pääsuunnittelijan tarjouspyyntöä laadittaessa osana pääsuunnittelijan tehtävää. TELU2012 mukaan pääsuunnittelijan erikseen sovittaviin suunnittelun johtamisen tehtäviin kuuluu: *”Huolehditaan, että rakennushankkeeseen ryhtyvä tekee tarvittavat päätökset jotta hankkeelle asetetut vaatimukset ovat tiedossa ja voidaan saattaa suunnittelijoiden tietoon (rakennuksen energialuokka, sisäilmatavoitteet, puhtaustuokkat jne.)”* (TELU2012. Pääsuunnittelijan velvollisuudet)

4.2.3 Tietomallien tietosisältö

Tietomallien tietosisältö esitetään suunnittelualakohtaisissa tietomallinnusohjeissa sekä sisältötaulukkoissa. Tutkimuksessa on lähtötietona käytetty YTV2012 mukaisia suunnittelun sisältötaulukkoita. Sisältötaulukoiden sisältö muokataan projektikohtaisesti.

Suunnittelun sisältötaulukot liitetään suunnittelun tarjouspyyntöjen liitteeksi selventämään tietomallien sisällön laajuutta suunnittelun eri vaiheissa. Suunnitteluosapuolten selvittyä suunnittelun sisältötaulukot käydään systemaattisesti läpi suunnitteluryhmän kesken lopullisten sisältövaatimuksien määrittämiseksi.

Arkkitehtimallin sisältövaatimukset

Arkkitehtimallin sisältövaatimukset on kuvattu liitteessä 5. Sisältövaatimukset pohjautuvat YTV 2012 arkkitehtimallin sisältövaatimuksiin. Sisältövaatimukset muokataan projektikohtaisesti.

Lisäksi arkkitehdin tulee noudattaa arkkitehdin tietomallinnukseen liittyvää ohjelmakohtaista mallinnusohjetta ja Lemminkäinen Talo Oy:n omaa attribuuttitiedostoa. Attribuuttitiedosto sisältää mm. Lemminkäinen Talo Oy:n oman rakennekirjaston, käytettävät viivanleveydet, jne. Arkkitehdin tietomallinnukseen liittyvässä ohjelmakohtaisessa mallinnusohjeessa kuvataan seuraavat asiat.

- Käytettävät ohjelmistot ja tiedostojen jakelu
- Mallin tietosisältö, yleiset ohjeet

Rakennemallin sisältövaatimukset

Rakennemallin sisältövaatimukset on kuvattu liitteessä 6. Sisältövaatimukset pohjautuvat YTV 2012 rakennemallin sisältövaatimuksiin. Sisältövaatimukset muokataan projektikohtaisesti.

TATE-mallin sisältövaatimukset

Taloteknisen mallin sisältövaatimukset on kuvattu liitteessä 7. Sisältövaatimukset pohjautuvat YTV 2012 taloteknisen mallin sisältövaatimuksiin. Sisältövaatimukset muokataan projektikohtaisesti.

4.3 Tietomallien käyttötarkoitus hankkeessa

Tietomalleista tuotettua informaatiota käytetään määrä- ja kustannuslaskennan, hankinnan, suunnittelun ohjauksen, tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen tarpeisiin. Tietomalleja käytetään hankkeessa seuraavasti.

4.3.1 Tietomallien käyttötarkoitus malleittain

Arkkitehdin laatimaa tilamallia hyödynnetään kohteen energia- ja olosuhdesimuloinneissa. Oikealla tavalla laadittu tilamalli on edellytyksenä energiasimulointien toteuttamiselle. Energia- ja olosuhdesimulointeja varten tilamallin tulee olla IFC- tiedostomuotoinen, mutta tarkemmat ohjeet tilamallille määrittää käytettävä energiasimulointiohjelma.

Arkkitehdin laatimaa alustavaa rakennusosamallia käytetään hankkeen suunnittelun ohjauksessa ja mallista haettavia määriä hyödynnetään kustannusarvion ja tavoitearvion laskennassa ja tarkistamisessa, hankinnoissa, aikatauluhallinnassa ja työmaatoteutuksessa.

Tonttimallia, maastomallia ja aluemalleja hyödynnetään maamassojen määrälaskennassa sekä pihan rakentamisen ja ylläpidon määrälaskennassa ja pihasuunnitelmien havainnollistamisessa. Alueosat mallinnetaan sovittavalla tarkkuustasolla.

Geosuunnittelijan laatimaa geomallia käytetään hankkeessa maamassojen määrälaskennassa.

Rakennesuunnittelijan laatimaa rakennemallia käytetään hankkeen suunnittelun ohjauksessa ja mallista haettavia määriä hyödynnetään hankkeen kustannusarvion ja tavoitearvion tarkistamisessa. Lisäksi rakennemallia voidaan hyödyntää runkoaikataulun laadinnassa ja seurannassa sekä runko- ja elementti- sekä paikallavalurakenteiden hankinnassa ja tuotannonsuunnittelussa.

Talotekniikkasuunnittelijoiden tietomalleja hyödynnetään hankkeen suunnittelun ohjauksessa ja malleista haettavia määriä hyödynnetään kustannusarvion ja tavoitearvion tarkistamisessa, hankinnoissa, aikatauluhallinnassa ja työmaatoteutuksessa. Tietomalleja hyödynnetään myös energiatehokkuuslaskennassa ja olosuhdesimuloinneissa.

Yhdistelmämallia hyödynnetään suunnitelmien yhteensovittamiseen sekä törmäystarkasteluihin. Löydetyt virheet dokumentoidaan, raportoidaan ja korjaukset tarkistetaan edelleen yhdistelmämallia hyödyntäen. Uusinta yhdistelmämallia käytetään suunnittelu- ja suunnittelijakokouksissa varmistamaan suunnitelmien yhteensopivuutta ja virheettömyyttä. Lisäksi yhdistelmämallia tai suunnittelualakohtaisia osamalleja voidaan käyttää suunnittelukokouksessa päätöksen teon teknisenä taustatukena.

Lisäksi eri suunnittelualojen osamalleja käytetään referenssimalleina toisten suunnittelualojen suunnittelussa. Tällä varmistetaan se, että suunnitelmat suunnitellaan yhteensopiviksi.

4.3.2 Tietomallien käyttötarkoitus toiminnoittain

Tietomallinnetussa hankkeessa tietomalleja hyödynnetään myös toiminnoittain. Seuraavassa on havainnollistettu eri toimintojen tietomallien käyttöä.

Asiakasyhteistyö ja suunnitelmien havainnollistaminen

Tietomalleja hyödynnetään suunnitelmien hyväksyttämiseen tilaajalla sekä hankkeen esittelyyn käyttäjille ja muille sidosryhmille.

Kustannuslaskenta

Tietomalleista tulostettuja sijaintikohtaisia määriä hyödynnetään kustannuslaskennassa.

Hankinta

Aliurakka- ja materiaalihankintoihin tulostetaan määrät suunnittelualakohtaisista tietomalleista sekä soveltuvin osin yhdistelmämallista. Hankinta hyödyntää myös yhdistelmämallia hankintojen suunnittelussa, ohjauksessa ja toteutuksessa. Aliurakka- ja materiaalihankintojen tarjouspyyntöihin laitetaan mukaan vähintään katselumalli suunnittelualakohtaisesta tietomallista sekä soveltuvin osin yhdistelmämallin katselumalli. Soveltavien alihankintojen osalta tietomalli luovutetaan myös aliurakoitsijoiden ja toimittajien käyttöön esimerkiksi mahdollisen tuoteosakaupan jatkosuunnittelun pohjaksi.

Työmaatuotanto

Työmaahenkilöstö hyödyntää tietomalleja sijaintikohtaisissa määrätarkistuksissa, työnsuunnittelussa, työn ohjauksessa, toimittaja- ja aliurakoitsijayhteistyössä sekä suunnittelijayhteistyössä, kun suunnitelmissa havaitaan puutteita tai niihin esitetään muutoksia. Lisäksi yhdistelmämallia hyödynnetään asennusten suunnittelussa ja ennakkokatselmoinnissa sekä ennakkoon tehtävissä reikäkatselmuksissa.

Aikataulujen laadinnassa, ylläpidossa ja seurannassa hyödynnetään tietomalleista haettavia sijaintikohtaisia rakennusosien määriä. Soveltuvin osin aikataulut laaditaan mahdollisesti käyttäen aikataulun visualisointia tietomallin avulla. Runkoaikataulu on mahdollista suunnitella 4D suunnitteluna.

Suunnitelmamuutokset voidaan tarkistaa tietomallien eri versioita vertaamalla ja muutosten aiheuttamat kustannukset lasketaan tietomalleihin perustuen.

Käyttö, huolto ja ylläpito

Kaikkien suunnittelualojen malleihin päivitetään toteumatiedot ja mallit luovutetaan sekä natiivimallina että yhdistelmämallina käyttö, huolto, ja ylläpidon toimintaa varten.

4.4 Mallien laadunvarmistus, mallien tarkastaminen, mallien julkaiseminen ja yhdistelmämalli

Tietomallien laadunvarmistus ja tarkastaminen on ensiarvoisen tärkeä toimenpide. Laadunvarmistukseen on kiinnitettävä erityisesti huomiota arkkitehtimallin ensimmäisen julkaisun yhteydessä, jonka jälkeen muut suunnittelualat alkavat käyttää arkkitehdin tietomallia oman mallinnuksen referenssimallina. Jokainen suunnittelualue vastaa omalta osaltaan laadunvarmistuksesta ja osamalliensa virheettömyydestä. Tietomallien laadunvarmistusta, tarkastamista, yhdistämistä ja julkaisua koordinoi hankkeen tietomallikoordinaattori ja vastuu on pääsuunnittelijalla.

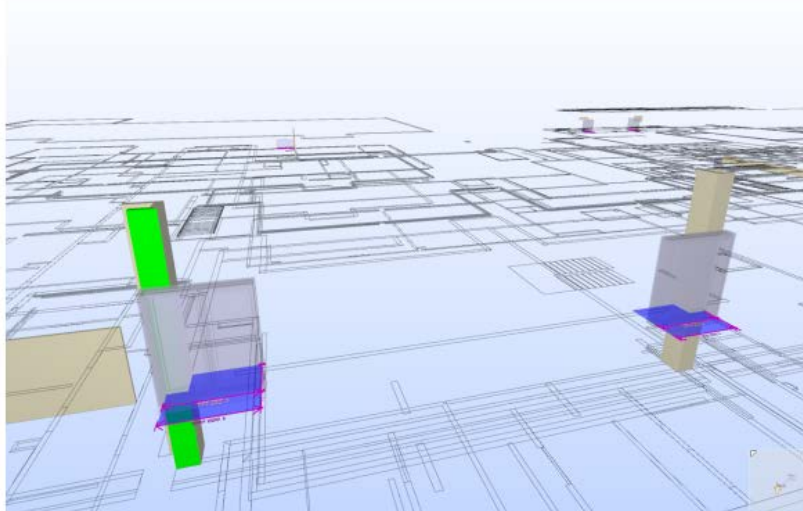
4.4.1 Tietomallikoordinaattori

Tietomallinnettavalle hankkeelle nimitetään tietomallikoordinaattori. Tietomallikoordinaattorin tehtävä on hallinnoida hankkeen tietomallintamisprosessia, johon kuuluu seuraavat tehtävät:

- Eri suunnittelualojen mallien tarkastaminen visuaalisesti
- Mallien yhdistäminen
- Yhdistelmämallin tarkastaminen visuaalisesti ja ohjelmia käyttäen sekä virheiden raportointi
- Mallinnuskokousten järjestäminen ja johtaminen
- Tietomallinnuksen tukihenkilönä toimiminen
- Suunnitteluajataulun seuranta ja valvonta mallien julkaisemisen osalta

Yhdistelmämallin tarkastaminen etenee siten, että suunnittelijat toimittavat oman suunnittelualansa tietomallin projektipankkiin. Tietomallikoordinaattori yhdistää eri suunnittelualojen tietomallit ja tekee yhdistelmämallille tarkastuksen visuaalisesti sekä ohjelmallisesti eri tarkastussäännöstöjä käyttäen. Tietomallikoordinaattori laatii tarkastuksesta tarkastusraportin, jonka perusteella suunnittelijat korjaavat oman suunnittelualansa tietomallin. Tarvittaessa tietomallikoordinaattori tekee uuden yhdistämisen ja tarkastamisen korjatuille tietomalleille. Varsinaiset ongelmakohdat mihin ei löydy yksinkertaista ratkaisua käsitellään ja ratkaistaan yhteistyössä projektin suunnitteluorganisaation kesken.

Oheisessa kuvassa (kuva 10) tietomallikoordinaattori on yhdistänyt eri suunnittelualojen tietomallit ja laatinut virheellisestä kohdasta tarkastusraportin. Tarkastusraporttiin on merkattu ikkunoiden ja seinien risteymä, joka vaatii korjaavia toimenpiteitä. Raportin laadinnan jälkeen raportti on toimitettu pääsuunnittelijalle, jonka vastuulla on suunnitelmien yhteensovittaminen.



AV, 28.6.2012: Onko seinä ja ikkunan sijainti ok?

Kuva 10. Ote Pohjantien koulun yhdistelmämallin tarkastusraportista

4.4.2 Tietomalliselostus

Suunnittelijat laativat tietomalliselostuksen jokaisen osamallin julkaisun yhteydessä. Esimerkkinä liitteessä 8 on kuvattu YTV 2012 mukainen rakennemallin tietomalliselostus. Tietomalliselostukset nimetään projektin tietomalliohjeessa sovitulla tavalla. Tietomalliselostukseen kirjataan mallin ja sen eri osien (lohkojen ja kerrosten) valmius sekä malliin päivityksen yhteydessä tehdyt muutokset. Tietomalliselostuksen otsikot voivat olla seuraavat:

- Kohteen tiedot
- Mallin laatijan ja tarkastajan yhteystiedot
- Julkaisuaikankohta
- Tietomallin tai sen eri osien vaihe: tilamalli/alustava rakennusosamalli/rakennusosamalli/toteumamalli
- Käytetty ohjelmisto
- Arkkitehtitoimiston omat rakennekirjastot
- Yleiskuvaus käytetyistä lähtötiedoista ja mallinnusperiaatteesta
- Mallin rakennusosien mallinnuksen valmiusasteet, tunnistet ja erityishuomiot
- Mallinnusohjeista poikkeaminen
- Edellisen version jälkeen malliin tehdyt muutokset ja päivitykset
- Mallille suoritettut tarkastukset

4.4.3 Tietomallien laadunvarmistus, tarkastaminen ja yhdistäminen

Tietomallien laadunvarmistus ja tarkastaminen voidaan jakaa kahteen kategoriaan sisäiseen tarkistukseen ja ulkoiseen tarkistukseen. Tietomallien sisäiseen tarkistukseen kuuluu jokaisen suunnittelualan oman osamallin tarkastaminen. Mallin tarkastamisen jäl-

keen malli toimitetaan ulkoiseen tarkistukseen tietomallikoordinaattorin tarkastettavaksi.

Tietomallien tarkastaminen suoritetaan ensin visuaalisesti jolloin havaitaan karkeat suunnittelu- ja lähtötietovirheet. Tämän jälkeen tietomalli tarkastetaan ohjelmallisesti eri tarkastussäännöstöjä käyttäen. Ohjelmallinen tarkastus tulee suorittaa Solibri Model Checker –ohjelmistoa käyttäen.

Tietomallien laadunvarmistuksen on suunnitteluvaiheissa edettävä seuraavasti:

1. Suunnittelijat tarkastavat omat osamallinsa visuaalisesti ja ohjelmistojen tarkastustyökaluja käyttäen, korjaavat suunnitteluvirheensä sekä tallentavat mallin projektipankkiin sekä natiivi- että IFC-muodossa.
2. Tietomallikoordinaattori/pääsuunnittelija tarkastaa, että suunnittelualojen osamallit noudattavat sovittua mallinnustapaa ja ne voidaan yhdistää.
3. Tietomallikoordinaattori/pääsuunnittelija lisää yhdistelmämallin projektipankkiin.
4. Tietomallikoordinaattori/pääsuunnittelija tekee visuaalisen tai ohjelmallisen tarkastuksen säännöstöjä käyttäen ja kokoaa raportin olennaisimmista törmäyksistä, ristiriidoista ja ongelmista.
5. Suunnittelijat käyvät yhdistelmämallin raportin läpi ja korjaavat omat suunnittelualansa virheet. Suunnittelualojen väliset ristiriidat ratkaistaan pääsuunnittelijan johtamassa yhdistelmämalli- tai suunnittelijakokouksessa.
6. Suunnittelijat korjaavat oman suunnittelualansa virheet.
7. Yhdistelmämallikokouksia järjestetään riittävin väliajoin. Yhdistelmämalli käydään läpi ja keskitytään virheraportissa ilmenneisiin ongelmiin.

Tietomallikoordinaattorin suorittama virhetarkastelu ei vähennä suunnittelijoiden vastuuta osamallinsa virheiden osalta. Suunnittelijat sitoutuvat sekä omiin, että yhteisiin laadunvarmistusmenettelyihin.

4.4.4 Tietomallien julkaiseminen

Tietomallien päivitys ja julkaisu tapahtuu suunnitteluaikeakaudun mukaisesti. Päivitysrytmi sovitaan hankekohtaisesti ja sitä voidaan muuttaa hankkeen edetessä. Päivitysrytmin muutos on kirjattava suunnittelukokouksessa.

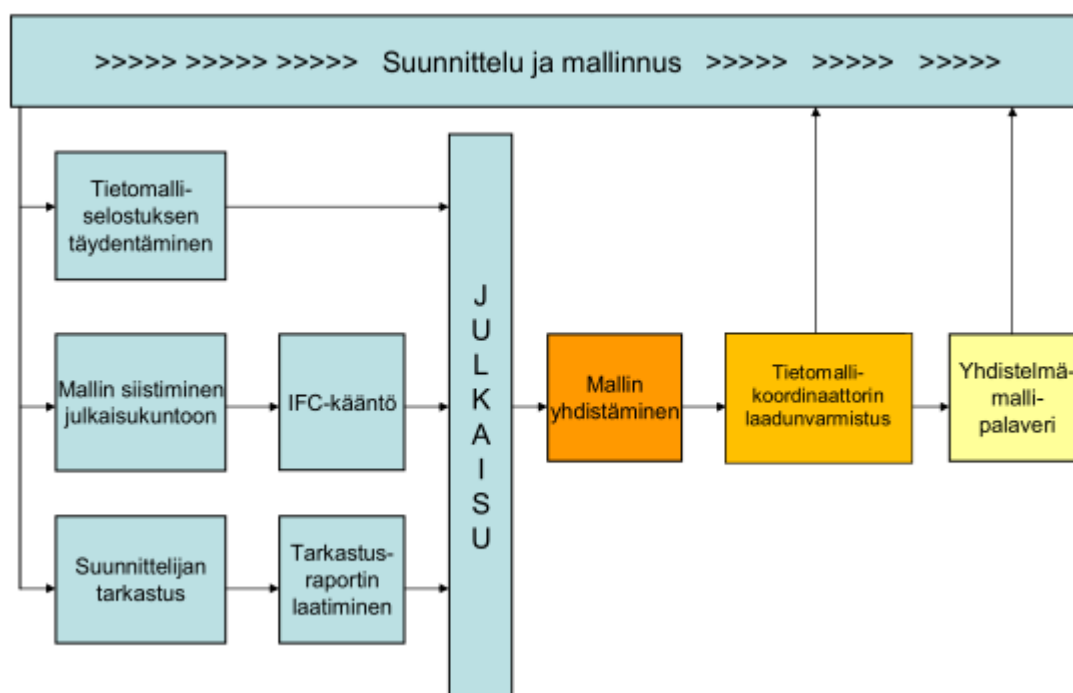
Tietomallinnuksen päivitystaajuus hankkeen eri vaiheissa on esimerkiksi seuraavanlainen:

- Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheen tietomallien päivitys suunnitteluratkaisujen tarkastelua ja päätöksentekoa varten sekä energia- ja olosuhdesimuloinnin ja kustannuslaskennan pohjaksi noin 2-4 viikon välein

- Toteutussuunnitteluvaiheen tietomallien päivitys tapahtuu 1-2 viikon välein. Tarvittaessa rakennemalli päivitetään elementtituotantoa varten 1 viikon välein.
- Tuotantovaiheessa tietomallit päivitetään aina olennaisten muutosten jälkeen.
- Mallien yhdistäminen yhdistelmämalliksi tehdään eri suunnittelualojen osamallien päivityksen jälkeen.

Tietomallien julkaisussa noudatetaan projektissa sovittua tietomallien nimeämiskäytäntöä niin, että mallin nimestä käy ilmi kohde, suunnitteluala ja mahdollinen kerrosrajaus.

Kuvassa 11 esitetään tietomallin julkaisuperiaate.



Kuva 11. Mallin julkaisuperiaate. Periaate poikkeaa YTV osa 6 Laadunvarmistus ohjeistuksesta. (Niemi 2011)

4.5 Suunnitteluaiakataulut

Suunnitteluaiakataulu muodostetaan kohdekohtaista suunnittelutehtävänimikkeistöä käyttäen. Suunnittelutehtävien ajoittamisessa voidaan käyttää rakennusluvan, hankinnan ja tuotannon tarpeista aiheutuvia valmistuspäivämääriä. Näiden ajankohtien mukaan laaditaan yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa suunnitteluaiakataulu siten, että suunnittelutehtäville jää riittävästi aikaa. Suunnitteluaiakataulun tehtäviä tarkennetaan noin kahden viikon välein seurattavassa lyhyen aikajänteen tehtävätaulukossa (Last Planner -menettelyä soveltaen).

Suunnittelu-aikataulu

Suunnittelu-aikataulun tehtävänä on ohjata suunnittelua pysymään sille asetetuissa tavoiteajoissa. Suunnittelu-aikataulu muodostuu projektille määritettyjen tehtävien tai tarpeiden mukaan. Tietomallinnetussa hankkeessa suunnittelu-aikataulussa täytyy huomioida tietomallinnuksen asettamat vaatimukset. Näin ollen perinteisen suunnittelu-aikataulun nimikkeistöön tulee lisätä vähintään seuraavat tehtävänimikkeet:

- vaatimusmallin päivitys ja tarkistuspisteet
- suunnittelijoiden tietomallikatselmukset
- suunnittelun tilaajan tietomallikatselmukset

Edellä mainittujen nimikkeiden lisäksi suunnittelu-aikatauluun on kirjattava selkeä tietomallien päivitysrytmi. Aikataulun laadinnassa on huomioitava eri suunnitteluosapuolten osamallien yhdistäminen ja se, että yhdistämiselle, yhdistelmämallin tarkistamiselle, tarvittaessa osamallien korjauskierrokselle ja korjattujen osamallien uudelleen yhdistämiselle ja tarkistamiselle jää riittävästi aikaa.

Lyhyen aikajänteen tehtävätaulukko (sovellettu Last Planner –aikataulu)

Tehtävätaulukkoa käytetään suunnittelijoiden töiden rytmittämisen ja yhteensovittamisen apuna ja suunnittelun aikataulukokousten teknisenä tukena. Tehtävätaulukon tarkoituksena on koordinoita suunnittelua sekä varmistaa suunnittelijoiden tarvitsemien lähtötietojen saatavuus ja keskinäinen tietojenvaihto suunnittelu-aikataulun puitteissa. Lyhyen aikajänteen tehtävätaulukon malli on kuvattu liitteessä 3.

4.6 Kokouskäytäntö ja katselmukset

Tietomallintamisen aloituskokous

Hankkeen tietomallintamisen aloituskokouksen kutsuu koolle projektipäällikkö ja siihen osallistuvat tietomallikoordinaattori, tarvittaessa tietomalliasiantuntijat sekä kaikki suunnittelijat (ainakin ARK, RAK, TATE). Kokouksessa tarkastetaan ja täsmennetään tietomallien käytön periaatteet. Aloituskokouksia voidaan järjestää hankkeessa tarvittaessa useampia, esimerkiksi siirryttäessä suunnitteluvaiheesta seuraavaan tai jos on tarve täsmentää tietomallintamiseen tai tiedonsiirtoon liittyviä asiakohtia.

Tietomallintamisen lähtökohdat, tietomallinnus- ja tiedonsiirtokäytännöt kirjataan kokouksen pöytäkirjaan. Käytännössä projektin tietomalliohje käydään läpi ja täydennetään vastaamaan kokouksessa sovittuja ja täsmennettyjä asioita.

Suunnittelukokous

Suunnittelukokouksen kutsuu koolle projektipäällikkö ja siinä kirjataan suunnittelutilanne sekä suunnittelua ja suunnitelmia koskevat päätökset. Tarvittaessa suunnitteluko-

kousten yhteydessä tietomalleja ja yhdistelmämallia voidaan käyttää havainnollistamaan suunnittelutilannetta ja suunnitelmia sekä suunnitteluratkaisujen päätöksenteon teknisenä tukena. Suunnittelukokouksessa noudatetaan esityslistaa, josta löytyvät vähintään seuraavat alaotsikot:

- Kokouksen järjestäytyminen
- Edellisen kokouksen pöytäkirjan hyväksyminen
- Edellisen kokouksen avoimet asiat
- Erillisneuvottelujen kirjaaminen
- Tontti-, lupa ja viranomaisasiat
- Suunnitelmien hyväksyttäminen ja käyttäjien asiat
- Suunnittelutilanne ja työn eteneminen aikatauluun nähden
- Päätoteuttajan asiat
- Toteutuksen ja käytön työturvallisuusasiat
- Tilaajan asiat
- Muut asiat
- Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet
- Seuraava kokous

Suunnittelun aikataulukokous (Last Planner)

Last Planner -kokouksen kutsuu koolle pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori tai projektipäällikkö. Kokoukseen osallistuu pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori, tarvittaessa projektipäällikkö ja kaikkien suunnittelualojen edustajat (ainakin ARK, RAK, TATE).

Kokouksessa käsitellään vapaamuotoisen agendan mukaisesti suunnittelutehtäviä seuraavan 2-4 viikon aikajänteellä. Tehtävät kirjataan tehtävätaulukon (Last Planner – aikatauluun), joka tarkastetaan seuraavassa kokouksessa. Kokouksen tarkoituksena on varmistaa suunnitelmien valmistuminen aikataulun mukaan. Samalla se parantaa tiedonkulkua eri suunnittelijoiden välillä ja antaa tarvittaessa mahdollisuuden puuttua aikataulupoikkeamiin. Kokous voidaan mahdollisuuksien mukaan järjestää myös videoneuvotteluna.

Taulukossa 3 esitetään suunnitteluun liittyvien kokousten ja tehtävien rytmittäminen rakennushankkeessa.

Taulukko 3. Suunnitteluun liittyvien kokousten ja tehtävien rytmittäminen

SUUNNITTELUUN LIITTYVIEN KOKOUSTEN JA TEHTÄVIEN RYTMITTÄMINEN	VKO 1	VKO 2	VKO 3	VKO 4	VKO 5
Suunnittelukokous	X			X	
Suunnittelun aikataulukokous	X		X		X
Suunnittelijoiden tietomallikatselmus				X	
Suunnittelun tilaajan tietomallikatselmus					X
Yhdistelmämallin päivitys	X		X		X

Suunnittelijapalaverit

Suunnittelijapalaverin koollekutsuja on yleensä pääsuunnittelija. Palavereiden tarkoituksena on varmistaa riittävä tiedonsiirtyminen ja yhteistyö suunnittelijoiden välillä sekä hakea yhteisiä suunnitteluratkaisuja. Tietomalleja – etenkin yhdistelmämallia – on hyvä käyttää palavereissa suunnitelmien havainnollistamiseen, jolloin tietomallikoordinaattorin osallistuminen palavereihin voi olla tarpeen.

Suunnittelijoiden tietomallikatselmus / yhdistelmämallikokous

Suunnittelijoiden tietomallikatselmuksen tai yhdistelmämallikokouksen kutsuu koolle pääsuunnittelija tai tietomallikoordinaattori. Kokoukseen osallistuvat kaikkien suunnittelualojen (ainakin ARK, RAK, TATE) edustajat ja tietomallikoordinaattori.

Suunnittelijoiden tietomallikatselmuksen tarkoituksena on tunnistaa mahdollisista virheistä ja suunnitelmien yhteensopimattomuudesta johtuvia yhdistelmämallissa olevia ongelmia, kuten rakennus- ja tekniikkaosien risteymiä, leikkauksia, päällekkäisyyksiä, tilavarauksongelmia, jne. ennalta valmistellun yhdistelmämallin tarkastuslistan mukaisesti. Ongelmien ratkaisut dokumentoidaan ja korjataan kunkin suunnittelualan osamalleihin, jonka jälkeen korjattujen osamallien yhdistelmämallista voidaan tarkastaa virheiden korjausten tilanne.

Mallien tarkastamiseen ja yhdistämiseen käytetään Solibri Model Checker -ohjelmistoa. Yhdistelmämallin yleiseen tarkasteluun (esim. asiakas, erikoissuunnittelija, työmaa, aliurakoitsijat, jne...) voidaan käyttää ilmaista Solibri Model Viewer -ohjelmistoa. Tähän tarkoitukseen olemassa muitakin ilmaisia ohjelmistoja, kuten Tekla Bim Sight –ohjelma.

Yhdistelmämallikokoukset voivat myös olla workshop-tyylisiä ongelmanratkaisu- tai ideointikokouksia, joissa yhdistyy eri osapuolten ammattitaito ja korostuu asiantuntijoiden välinen kommunikaatio. Workshop-tyyppistä kokousta voidaan käyttää esimerkiksi optimoitaessa suunnitteluratkaisuja tai rakennuksen olosuhteita simulointien avulla.

Workshop-tyyppisille kokouksille tulee varata riittävästi aikaa ja niissä tulee olla mukana työmaatoteutusta edustavaa henkilöstöä.

Projektin eri kokouksia voi myös yhdistää niin, että esimerkiksi suunnittelijapalaveri ja suunnittelijoiden tietomallikatselmus on sama kokous ja näin tulee luonnollisesti tapahtumaan siinä vaiheessa, kun suunnittelu tietomallintamalla vakioituu tavaksi toimia.

Suunnittelun tilaajan tietomallikatselmus

Projektipäällikkö kutsuu tietomallikatselmuksen koolle sen jälkeen kun pääsuunnittelija tai tietomallikoordinaattori on todennut yhdistelmämallin riittävän virheettömäksi. Yhdistelmämalli päivitetään, tarkastetaan, raportoidaan ja korjataan aina ennen tilaajan tietomallikatselmusta. Kokoukseen osallistuvat kaikkien suunnittelualojen edustajat (ainakin ARK, RAK, TATE) edustajat ja suunnittelu- tai projektipäällikkö sekä toteutusorganisaation edustajat mukaan lukien talotekniikan edustajat.

Suunnittelun tilaajan tietomallikatselmuksen tarkoituksena on varmistaa, että suunnittelun tilaajan tavoitteet tietomalleista ja suunnitelmista täyttyvät. Kokouksessa hyväksytään suunnitteluratkaisut eri vaiheissa ja sovittua tarkoitusta varten sekä ratkaistaan sellaiset suunnittelua koskevat ongelmat joita ei suunnittelijoiden kesken ole voitu ratkaista.

Suunnittelun tilaajan tietomallikatselmuksessa käytetään samaa ohjelmistoa kuin suunnittelijoiden tietomallikatselmuksessa ristiriitojen ja suunnittelun sujuvuuden varmistamiseksi.

Asiakas- ja käyttäjäpalaverit

Tietomallien avulla voidaan havainnollistaa suunnitelmia tilaaja- ja käyttäjäasiakkaille. Mallien visuaaliseen laatuun tulee tällöin kiinnittää huomiota. Mallien renderointi voi olla tarpeen ainakin silloin, jos tilaaja tai käyttäjä ei ole rakennusalan ammattilainen.

5 TIETOMALLIHANKKEEN SUUNNITTELUN OHJAUKSEN MENETTELYIDEN ASIAANTUNTIJATESTI JA TULOSTEN TARKASTELU

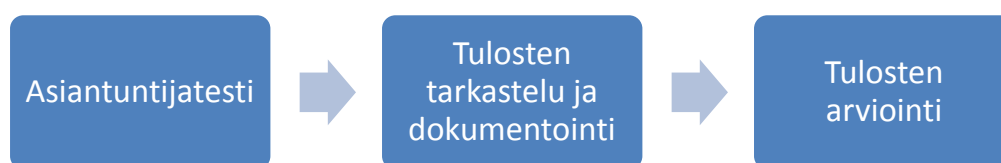
5.1 Asiantuntijatesti

Tietomallinnetun hankkeen suunnittelunohjauksessa tulee kiinnittää huomiota itse suunnittelun lisäksi tietomallinnusta koskeviin määrittelyihin sekä eri osapuolten toimintaan. Tämän lisäksi suunnittelun aikatauluttaminen asettaa omat haasteensa suunnittelun ohjaukselle.

Asiantuntijatestin tavoitteena on saada vastaus kuvattujen menettelyiden logiikan selkeyteen, siinä kuvattujen työkalujen käyttökelpoisuuteen ja kokonaisuuden valmiuteen.

Asiantuntijatesti suoritetaan niin kutsutulla pöytätestillä. Pöytätestin suorittavat Lemminkäinen Talon kehitysohjelmassa mukana olevat projektiorganisaation asiantuntijat. Testin menettely (kuva 12) on seuraavanlainen:

- Tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyiden esittelemine projektiorganisaation asiantuntijoille
- Asiantuntijoiden pöytätestikierrros
- Asiantuntijoiden palautteen dokumentointi
- Tulosten arviointi



Kuva 12. Asiantuntijatestin menettelykuvaus

Pöytätestissä asiantuntijoita pyydetään noudattamaan tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyitä kuvitteellisen tietomallihankkeen pohjalta. Asiantuntijoiden tulee arvioida menetelmän soveltuvuutta ja siinä kuvattujen työkalujen käyttökelpoisuutta sekä kokonaisuuden valmiutta suunnittelun ohjauksen tarpeisiin. Asiantuntijoilta pyydetään testistä avoin palaute jaoteltuna vaiheittain seuraavasti.

- Suunnittelun valmistelu
- Suunnittelun tarjouspyyntö

- Suunnittelun neuvottelu
- Suunnittelusta sopiminen
- Suunnittelun aloitus

Asiantuntijatestin avoin palaute dokumentoidaan edellä määritellyin vaihein, josta koostetaan asiantuntijatestin tulokset. Tulosten pohjalta luodaan tietomallipohjaisen suunnittelunhallinnan menettelyohjeet. Palautteesta saadut kehitys- ja parannusehdotukset dokumentoidaan suoraan tietomallipohjaisen suunnittelunhallinnan menettelyohjeisiin jotka on esitetty liitteessä 1.

5.2 Asiantuntijatestin tulokset

Tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyiden asiantuntijatestin suoritti kehityspäällikkö Annikki Karppinen sekä tietomalliasiantuntija Artur Virit Lemminkäinen Talo Oy:n projektiorganisaatiosta.

Keskeisimmät huomiot koskevat suunnittelun valmistelusta suunnittelun aloitukseen ja niissä vaiheissa tarvittavien kirjausten sekä määrittelyiden täsmennyksiä. Seuraavassa on kuvattu täsmennetyt kirjaukset ja määrittelyt tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyistä eri vaiheissa.

Suunnittelun valmistelu

- Päätös tietomallisuunnittelun tilaamisesta ja mihin tietomalleja tullaan hankkeessa käyttämään. → Tietomallien käytön kuvaus (*Karppinen, Virit 2012*)
- Määritellään tietomallikoordinaattorin tehtävät ja kuka / ketkä niitä hoitavat. Päätetään keneltä pyydetään tarjousta tietomallikoordinaattorin tehtävien hoitamisesta (esim. liitetään pääsuunnittelijan tarjouspyyntöön). → Tietomallikoordinaattorin tehtäväkuvaus (*Karppinen, Virit 2012*)
- Suunnitteluratkaisulle asetetut tavoitteet ja vaatimukset kootaan tila-/tilaryhmäkohtaiseksi vaatimusmallitaulukoksi, jota pääsuunnittelija ylläpitää suunnittelun kuluessa. → Vaatimusmallitaulukko (*Karppinen, Virit 2012*)
- Laaditaan alustava suunnitteluaiakataulu, jossa esitetään myös tietomallintamiseen liittyvät tehtävät (esim. yhdistelmämallikatselmukset) → Suunnitteluaiakataulu (*Karppinen, Virit 2012*)

Suunnittelun tarjouspyyntö

- Liitetään tietomallien käyttötarkoitusten kuvaukset suunnittelun tarjouspyyntöihin. (*Karppinen, Virit 2012*)

- Liitetään suunnittelun tehtäväluettelot (TELU2012) suunnittelun tarjouspyyntöihin. (asuntotuotannossa käytetään edelleen asuntosuunnittelun tehtäväluetteloa (RT 10-10827). (*Karppinen, Virit 2012*)
- Laaditaan projektin alustava tietomalliohje ja liitetään se mukaan suunnittelun tarjouspyyntöihin. → Projektin alustava tietomalliohje (*Karppinen, Virit 2012*)
- Liitetään tietomallien sisältövaatimustaulukot suunnittelun tarjouspyyntöihin. → Tietomallien YTV2012 mukaiset sisältövaatimukset (*Karppinen, Virit 2012*)

Suunnittelusta sopiminen (sopimusneuvottelut, suunnittelusopimukset)

- Täsmennetään ja tarkennetaan suunnittelutarjouspyyntöjen mukaiset suunnittelun ja tietomallien sisältövaatimukset sekä sovitaan suunnitteluun liittyvät tehtävät. (*Karppinen, Virit 2012*)
- Sovitaan yhdistelmämallin käytöstä suunnittelun ohjauksessa. (*Karppinen, Virit 2012*)
- Varmistetaan suunnitteluresurssit; riittävyys, kompetenssit, tietomallisuunnittelun osaaminen (*Karppinen, Virit 2012*)
- Havainnollistetaan kokouskäytäntöjä. Korostetaan yhteistyötä ja suunnittelun yhteensovittamista. → Kokouskäytäntö (*Karppinen, Virit 2012*)
- Sovitaan tietomallien luovutuksesta tilaajaan ja kolmansien osapuolten käyttöön. (*Karppinen, Virit 2012*)
- Sovitaan Lemminkäinen Talo Oy:n oman rakennekirjaston hyödyntämisestä (asuntotuotannossa) (*Karppinen, Virit 2012*)
- Tuloksena on suunnittelusopimus BIM-liitteineen (*Karppinen, Virit 2012*)
- Luovutetaan suunnitteluohje suunnittelijoille. (*Karppinen, Virit 2012*)
- Tarkennetaan suunnitteluaiakataulua. (*Karppinen, Virit 2012*)

Suunnittelun aloitus

- Projektin tietomalliohje käydään läpi ja täsmennetään ennen tietomallintamisen aloituskokousta yhdessä tietomallikoordinaattorin kanssa. (*Karppinen, Virit 2012*)

- Projektipäällikkö kutsuu koolle tietomallintamisen aloituskokouksen, jossa käydään yhteistyössä suunnitteluryhmän kesken läpi ja täsmennetään seuraavat:
 - Projektin tietomalliohje
 - Tietomallien sisältövaatimustaulukot
 - Vaatimusmallitaulukko
 - Suunnittelu-aikataulu
 - Projektin organisointiohje
 - Kokouskäytännöt

(Karppinen, Virit 2012)

5.3 Asiantuntijatestin tulosten arviointi

Pöytätestistä kerättiin Lemminkäinen Talo Oy:n projektioorganisaation asiantuntijoilta avoin palaute jota tutkimuksessa käytetään asiantuntijatestin tuloksina. Asiantuntijoita pyydettiin kiinnittämään huomiota etenkin menetelmän soveltuvuuteen, siinä kuvattujen työkalujen käyttökelpoisuuteen sekä kokonaisuuden valmiuteen suunnittelun ohjauksen tarpeisiin. Pöytätestistä saatua palautetta ja tuloksia voidaan pitää luotettavina ottaen huomioon testin tehneiden asiantuntijoiden kokemus tietomallihankkeiden suunnittelun ohjauksesta.

Pöytätestin tulosten mukaan täsmennettyä tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyitä voidaan käyttää suunnittelun ohjauksen työkaluna, muistilistana ja havainnollistamaan suunnittelun ohjauksen prosessia. Tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyissä kuvattuja työkaluja voidaan hyödyntää suunnittelun ohjauksessa, tosin niiden käytöstä sekä käytön laajuudesta on päätettävä aina hankekohtaisesti.

Tutkimuksen kannalta parempi vaihtoehto olisi ollut suorittaa tietomallihankkeen suunnittelun ohjauksen menettelyiden testi todellisessa kohteessa jolloin menettelyn todellinen kenttäkelpoisuus olisi tullut testattua myös sellaisten henkilöiden toimesta, jotka eivät välttämättä omaa yhtä laajaa kokemusta tietomallihankkeiden suunnittelun ohjauksesta kuin pöytätestin tehneet asiantuntijat.

6 TUTKIMUKSEN YHTEENVETO

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelunohjaukseen menettelyohje Lemminkäinen Talo Oy:n käyttöön, joka käsittää myös suunnittelun eri vaiheissa tarvittavien työkalujen kuvauksen.

Tutkimuksen teoriaosassa on käsitelty tietomallinnuksen liittyviä perusteita sekä eri osapuolten tehtäviä tietomallinnetussa hankkeessa. Edellä mainittuja asioita on lähestytty tutkimalla yleisiä tietomallivaatimuksia 2012 sekä rakennushankkeen suunnittelun ja johtamisen tehtäväluetteloita 2012. Lisäksi teoriaosassa on käsitelty Last Planner –menetelmän käyttöä rakennushankkeen suunnittelunohjauksessa suunnittelun aikatauluttamista, rytmittämistä sekä eri osapuolten yhteistyötä parantamaan. Sen tutkimisessa on hyödynnetty CASE Kuopion elinkaarihanke käytäntöjä, mukana olleiden projektihenkilöiden kokemuksia sekä julkaistuja tutkimustuloksia ja alan kirjallisuutta.

Tutkimuksen tuloksena syntyneet tietomallipohjaisen suunnittelunhallinnan menettelyohjeet pohjautuvat aiempiin tutkimustuloksiin sekä Lemminkäinen Talo Oy:n toimintajärjestelmän ohjeisiin. Lähtökohtaisesti tutkimuksen tuloksia ei voi sellaisenaan käyttää muiden yritysten suunnittelunhallinnassa johtuen yrityskohtaisista eroavaisuuksista toimintatapojen suhteen. Kuitenkin ohjeista voidaan tarkistaa eri vaiheissa tuotettavat dokumentit sekä käyttää niitä tarkistuslistana tietomallinnusta hyödyntävää suunnittelua johdettaessa.

Tietomallintamalla suoritettavan suunnittelun yleistyessä ja suunnitteluun osallistuvien osapuolten omaksuessa tietomallinnukseen liittyvät tehtävät ja käytännöt on mahdollista saada tietomallinnuksesta irti sen tarjoama potentiaali. Osapuolten välistä yhteistyötä ja yhtenäisiä käytäntöjä on tällöin korostettava. Vaikka Last Planner –menetelmä on alunperin kehitetty työmaan aikataulun hallintaan tarjoaa se työkalun myös suunnittelun ohjaukselle. Tutkimuksen aikana suoritetuissa haastatteluissa nousi esille suunnittelun monimutkaisuus. Suunnittelussa joudutaan usein etenemään olettamuksilla jolloin myöhemmästä suunnitteluvaiheesta joudutaan palaamaan takaisin aiempaan suunnitteluvaiheeseen. Tällöin on ensiarvoisen tärkeää, että suunnitteluun osallistuvat osapuolet tietävät mitä toimenpiteitä heidän tulee seuraavaksi suorittaa. Last Planner –menetelmä tarjoaa työkalun suunnitteluun osallistuvien osapuolten tiedonkulun parantamiseen, lähtötietojen siirtymiseen sekä toimenpiteiden aikatauluttamiseen sekä niiden seurantaan.

Tietomallintavaan suunnitteluun liittyy suuri määrä laadunvarmistukseen tähtääviä toimenpiteitä. Näiden toteuttamiseen ja seurantaan tutkimuksessa on vastattu yleisten tietomallivaatimusten 2012 sekä rakennushankkeen suunnittelun ja johtamisen tehtäväluetteloiden 2012 kuvauksia yhteen sovittaen ja mukaillen.

Edellä mainittujen lisäksi tietomallintavaan suunnitteluun liittyy suuri määrä erilaisia tehtäviä sekä toimenpiteitä, joilla suunnittelua hallitaan. Näiden toimenpiteiden hallintaan on tutkimuksessa tuotettu ohjeet ja kuvaukset eri työkalujen käyttöön. Ohjeet eivät ole ainoa oikea tapa toimia, mutta niitä noudattamalla sekä työkaluja käyttämällä mahdollisuudet onnistuneelle lopputulokselle paranevat.

Tutkimuksen tavoitteeksi asetettiin luoda yrityskohtaiset tietomallipohjaisen suunnittelunhallinnan menettelyohjeet Lemminkäinen Talo Oy:lle. Suunnittelunhallinnan menettelyohjeisiin tuli sisällyttää kokemuksia Kuopion elinkaarihankkeen viimeisen kohteen suunnittelunohjausmenettelyistä, Last Planner –menetelmän käytön suunnittelun ohjauksessa sekä tietoa yleisistä tietomallivaatimuksista 2012 ja rakennushankkeen suunnittelun ja johtamisen tehtäväluetteloista 2012. Lisäksi eri vaiheissa tarvittavien työkalujen kuvaukset tuli dokumentoida.

Verrattaessa tutkimukselle asetettuja tavoitteita ja liitteessä 1 esitettyä saavutettua lopputulosta voidaan todeta, että tutkimukselle asetetut tavoitteet on saavutettu.

LÄHTEET

buildingSMART®. 2012. Industry Foundation Classes (IFC) data model. [WWW]. [viitattu 14.5.2012]. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.org/standards/ifc>

buildingSMART Finland. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. [WWW]. [Viitattu 19.12.2013]. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>

Graphisoft. Archicad. 2012. [WWW]. [viitattu 15.5.2012]. Saatavissa <http://www.graphisoft.com/products/archicad>

Rakentajain kalenteri 2013. 2013. Last Planner tietomallinnetun hankkeen suunnittelunohjauksessa. Rakennustietosäätiö. 204-208 s.

Hänninen, Juha. 2009. Elinkaarimallit kuntien palvelutuotannossa. Tampere. Tampereen yliopisto. 89 s.

International Group for Lean Construction. 2012. Etusivu. [WWW]. [viitattu 25.9.2012]. Saatavissa: <http://iglc.net/>

Kankainen, J., Junnonen, J-M.. 2001. Rakennuttaminen. Helsinki. Rakennustieto. 101 s.

Kerosuo, H., Mäki, T., Codinhoto, R., Koskela, L. & Miettinen, R. 2012. In Time at Last - Adaption of Last Planner Tools for the Design Phase of a Building Project. In I. D. Tommelein & C.L. Pasquire. (Eds.), 20th Annual Conference of the International Group of Lean Construction. Are We Near a Tipping Point? San Diego: Montezuma Publishing. 1031-1041 s.

Koskela, Lauri; Ballard, Glenn & Tanhuanpää, Veli-Pekka. 1997. Towards lean design management. Proceedings of the 5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC-5. Gold Coast, AU, 16.17 July 1997. International Group for Lean Construction, s. 12.

Koskela, L., Koskenvesa, A. 2003. Last Planner –tuotannonohjaus rakennustyömaalla. Espoo, VTT Tiedotteita 2197. 82 s. + liitt. 20 s.

Koskela, L., Koskenvesa, A., Sipi, J. 2004. Työmaan toimiva tuotannonohjaus: opas Last Planner –menetelmään. Auranen, Forssa, Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy. 42 s.

Kruus, Matti. Suunnittelun ohjausta tukevien menettelyjen kehittäminen projektinjohtorakentamisessa. 2008. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Lahdenperä, P., Nykänen, V., Rintala, K. 2006. Elinkaarimallit – Tilapalveluhankkeiden vaihtoehtoiset toimintatavat. Espoo, VTT Tiedotteita 2315. 56s.

Lahdenperä, P., Rintala, K. 2003. Ajatuksia elinkaarivastuuhankkeista. Espoo, VTT Tiedotteita 2192. 52 s. + liitt. 2s.

Lemminkäinen PPP Oy. 2012. Etusivu. [WWW]. [viitattu 24.4.2012]. Saatavissa: <http://www.lemminkainen.fi/ppp/Etusivu>

Lukka, Kari. 2012. Konstruktiivinen tutkimusote. [WWW]. [viitattu: 27.9.2012]. Saatavissa: http://www.metodix.com/fi/sisallys/04_virtuaalikirjasto/dokumentit/aineistot/konstruktiivinentutkimusote

Merikallio, Haapasalo. 2009. Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. [WWW]. [viitattu: 27.9.2012]. Saatavissa: <http://www.lci.fi/sites/default/files/lean%20kehitysprojektin%20raportti%20final.pdf>

Mäläskä Mikko. 2011. Elinkaarihankkeen ylläpitomalli. Tampere. Tampereen teknillinen yliopisto. 76 s. + liitt. 6s.

Niemi, Harri. 2011. Tietomallien käyttö elinkaarihankkeiden suunnittelu- ja toteutusvaiheissa. Helsinki. Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu. 110 s. + liitt. 14 s.

Penttilä, H., Nissinen S., Niemenoja S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa. Helsinki. Rakennustieto. 64 s.

RT 10-10992. 2010. Tietomallinnettava rakennushanke. Rakennustietosäätiö. 13 s.

RT 10-11066. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Yleinen osuus (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 21 s.

RT 10-11067. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 25 s. + liitt. 7s.

RT 10-11068. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 24 s.

RT 10-11069. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4. Talotekninen suunnittelu (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 42s. + liitt. 14s.

RT 10-11070. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 5. Rakennesuunnittelu (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 19 s. + liitt. 9 s.

RT 10-11071. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 6. Laadunvarmistus (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 26 s.

RT 10-11072. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 7. Määrälaskenta (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 24 s.

RT 10-11073. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 8. Mallien käyttö havainnollistamisessa (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 14 s.

RT 10-11074. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 15 s.

RT 10-11075. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 10. Energia-analyysit (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 19 s. + liitt. 3 s.

RT 10-11076. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 24 s. + liitt. 3 s.

RT 10-11077. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 22 s.

RT 10-11078. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa (Versio 1.0). Rakennustietosäätiö ja COBIM –hankkeen osapuolet. 21 s.

RT 10-11107. 2012. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12. Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry ja Rakennustietosäätiö. 24 s.

RT 10-11108. 2013. Pääsuunnittelijan tehtäväluettelo PS12. Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry ja Rakennustietosäätiö. 12 s.

RT 13-10860. 2005. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. Rakennustietosäätiö. 8s.

RYM Oy. 2012. Built Environment Process Re-engineering (PRE). [WWW]. [viitattu 25.9.2012]. Saatavissa: <http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/>

RYM Oy. 2012. Built Enviroment Process Re-engineering (PRE) Model Nova – työpaketti. [WWW]. [viitattu 25.9.2012]. Saatavissa: <http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/moselnova/>

Solibri, Inc. 2012. Etusivu. [WWW]. [viitattu 28.8.2012]. Saatavissa: <http://www.solibri.com/>

The National Council for Public-Private Partnerships. 2000. How PPPs work. [WWW]. [viitattu 27.9.2012]. Saatavissa: <http://www.ncppp.org/howpart/index.shtml>

Haastattelut:

Varstala Matti. Projektipäällikkö, Lemminkäinen PPP Oy. Haastattelu 20.04.2012

Virit Artur. Tietomalliasiantuntija, Lemminkäinen Talo Oy. Haastattelu 04.06.2012

LIITE 1: TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUNHALLINNAN MENETTELYOHJEET

1 TIETOMALLIPOHJAISEN SUUNNITTELUNHALLINNAN MENETTELYOHJEET

1.1 Suunnittelun käynnistäminen tietomallinnetussa hankkeessa

Suunnittelun valmistelu

- Päätös tietomallisuunnittelun tilaamisesta ja mihin tietomalleja tullaan hankkeessa käyttämään. →Tietomallien käytön kuvaus
- Määritellään tietomallikoordinaattorin tehtävät ja kuka / ketkä niitä hoitavat. Päätetään keneltä pyydetään tarjouta tietomallikoordinaattorin tehtävien hoitamisesta (esim. liitetään pääsuunnittelijan tarjouspyyntöön). →Tietomallikoordinaattorin tehtäväkuvaus
- Suunnitteluratkaisulle asetetut tavoitteet ja vaatimukset kootaan tila-/tilaryhmäkohtaiseksi vaatimusmallitaulukoksi, jota pääsuunnittelija ylläpitää suunnittelun kuluessa. →Vaatimusmallitaulukko
- Laaditaan alustava suunnitteluaiakataulu, jossa esitetään myös tietomallintamiseen liittyvät tehtävät (esim. yhdistelmämallikatselemukset)→Suunnitteluaiakataulu

Suunnittelun tarjouspyyntö

- Liitetään tietomallien käyttötarkoitusten kuvaukset suunnitelun tarjouspyyntöihin.
- Liitetään suunnittelun tehtäväluettelot (TELU2012) suunnittelun tarjouspyyntöihin. (asuntotuotannossa käytetään edelleen asuntosuunnittelun tehtäväluetteloa (RT 10-10827).
- Laaditaan projektin alustava tietomalliohje ja liitetään se mukaan suunnitelun tarjouspyyntöihin. →Projektin alustava tietomalliohje
- Liitetään tietomallien sisältövaatimustaulukot suunnittelun tarjouspyyntöihin. →Tietomallien YTV2012 mukaiset sisältövaatimukset

Suunnittelusta sopiminen (sopimusneuvottelut, suunnittelusopimukset)

- Täsmennetään ja tarkennetaan suunnittelutarjouspyyntöjen mukaiset suunnittelun ja tietomallien sisältövaatimukset sekä sovitaan suunnitteluun liittyvät tehtävät.
- Sovitaan yhdistelmämallin käytöstä suunnittelun ohjauksessa.
- Varmistetaan suunnitteluresurssit; riittävyys, kompetenssit, tietomallisuunnittelun osaaminen
- Havainnollistetaan kokouskäytäntöjä. Korostetaan yhteistyötä ja suunnittelun yhteensovittamista. →Kokouskäytäntö
- Sovitaan tietomallien luovutuksesta tilaajaan ja kolmansien osapuolten käyttöön.
- Sovitaan Lemminkäinen Talo Oy:n oman rakennekirjaston hyödyntämisestä (asuntotuotannossa)
- Tuloksena on suunnittelusopimus BIM-liitteineen
- Luovutetaan suunnitteluohje suunnittelijoille.
- Tarkennetaan suunnitteluaiakataulua.

Suunnittelun aloitus

- Projektin tietomalliohje käydään läpi ja täsmennetään ennen tietomallintamisen aloituskokousta yhdessä tietomallikoordinaattorin kanssa.
- Projektipäällikkö kutsuu koolle tietomallintamisen aloituskokouksen, jossa käydään yhteistyössä suunnitteluryhmän kesken läpi ja täsmennetään seuraavat:
 - Projektin tietomalliohje
 - Tietomallien sisältövaatimustaulukot
 - Vaatimusmallitaulukko
 - Suunnitteluaiakataulu
 - Projektin organisoitiohje
 - Kokouskäytännöt

1.2 Suunnittelun ja tietomallien käytön tavoitteet

Suunnittelulle määritetyt vaatimukset esitetään suunnittelusopimuksen liitteenä olevassa suunnitteluohjeessa. Tietomalleille määritetyt vaatimukset esitetään taulukko- tai tekstimuotoisena sisältönä projektin tietomalliohjeessa. Hankkeen vaatimusmallipohja esitetään taulukkomuotoisena mallina.

1.2.1 Projektin tietomalliohje

Projektin tietomalliohjeessa määritetään suunnittelulle asetettavat tavoitteet ja vaatimukset tietomallien osalta sekä esitetään menettelyt, joita tietomallien laatimisessa, käytössä ja suunnitelmien yhteensovittamisessa noudatetaan. Projektin tietomalliohje on osapuolia yleisesti sitova ohje, jota yhteisesti sovittaessa päivitetään projektin ja suunnittelun edetessä. Alustava projektin tietomalliohje liitetään suunnittelun tarjouspyyntöjen liitteeksi. Tietomalliohjeen päivittämisestä vastaa projektin pääsuunnittelija tietomallikoordinaattorin toimiessa tukihenkilönä. Tietomalliohje päivitetään projektin tietomallintamisen aloituskokouksen jälkeen vastaamaan aloituskokouksessa täsmennettyjä asiakohtia.

1.2.2 Vaatimusmallitaulukko ja sen ylläpito sekä vertaaminen suunnitelmiin

Vaatimusmallitaulukkona toimii liitteen mukainen vaatimusmallipohja. Pääsuunnittelija määrittää kyseiseen taulukkoon tilatunnukset ja vaatimukset tiloille. Projektipäällikkö hyväksyy määritelmät. Vaatimusmallia ylläpidetään koko projektin ajan ja ylläpidosta vastaa pääsuunnittelija.

Hankkeen edetessä suunnitelmia verrataan vaatimusmalliin. Suunnitelmien vertaamisen ja tavoitteenmukaisuuden päävastuu on pääsuunnittelijalla. Vaatimusmallin ylläpito ja suunnitelmien vertaaminen siihen tulee huomioida pääsuunnittelijan tarjouspyyntöä laadittaessa osana pääsuunnittelijan tehtävää. TELU2012 mukaan pääsuunnittelijan erikseen sovittaviin suunnittelun johtamisen tehtäviin kuuluu: *"Huolehditaan, että rakennushankkeeseen ryhtyvä tekee tarvittavat päätökset jotta hankkeelle asetetut vaatimukset ovat tiedossa ja voidaan saattaa suunnittelijoiden tietoon (rakennuksen energialuokka, sisäilmatavoitteet, puhtaushuokat jne.)"* (TELU2012. Pääsuunnittelijan velvollisuudet)

1.2.3 Tietomallien käyttötarkoitus hankkeessa

Tietomalleista tuotettua informaatiota käytetään määrä- ja kustannuslaskennan, hankinnan, suunnittelun ohjauksen, tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen tarpeisiin. Tietomallien käyttötarkoitus määritellään suunnittelun valmistelussa (omassa tuotannossa hankkeen toteutussuunnitelman teon yhteydessä).

1.2.4 Tietomallien tietosisältö

Tietomallien tietosisältö esitetään suunnittelualakohtaisissa tietomallien tietosisältötaulukkoissa. Pohjana on käytetty YTV2012 mukaisia tietosisältötaulukkoita. Tietosisältötaulukkoita voidaan muokata projektikohtaisesti vastaamaan tietomallien käyttötarkoituksen mukaista mallinnuslaajuutta.

Tietomallien tietosisältötaulukot liitetään (alustavina) suunnittelun tarjouspyyntöjen liitteeksi selventämään tietomallien sisällön laajuutta suunnittelun eri vaiheissa. Suunnitteleosapuolten selvittyä tietomallien tietosisältötaulukot käydään systemaattisesti läpi kunkin suunnittelualan osalta sopimusneuvottelussa sekä käydään läpi ja täsmennetään suunnitteluryhmän kesken lopullisten sisältövaatimusten määrittämiseksi (esim. tietomallintamisen aloituskokouksessa).

Arkkitehtimallin tietosisältövaatimukset

Arkkitehtimallin tietosisältövaatimukset on kuvattu liitteessä. Lisäksi arkkitehdin tulee noudattaa arkkitehdin tietomallinnukseen liittyvää ohjelmakohtaista mallinnusohjetta ja Lemminkäinen Talo Oy:n omaa attribuuttitiedostoa. Attribuuttitiedosto sisältää mm. Lemminkäinen Talo Oy:n oman rakennekirjaston, käytettävät viivanleveydet, jne.

Rakennemallin tietosisältövaatimukset

Rakennemallin tietosisältövaatimukset on kuvattu liitteessä. Sisältövaatimukset pohjautuvat YTV 2012 rakennemallin sisältövaatimuksiin. Sisältövaatimukset muokataan projektikohtaisesti.

TATE-mallin tietosisältövaatimukset

Taloteknisen mallin tietosisältövaatimukset on kuvattu liitteessä. Tietosisältövaatimukset pohjautuvat YTV 2012 taloteknisen mallin sisältövaatimuksiin. Tietosisältövaatimukset muokataan projektikohtaisesti.

1.3 Mallien laadunvarmistus, mallien tarkastaminen, mallien julkaiseminen ja yhdistelmämallin käyttö

Tietomallien laadunvarmistus ja tarkastaminen on ensiarvoisen tärkeää, sillä mallien käyttökelpoisuus ja esim. määrätiedon luotettavuus edellyttävät virheettömiä tietomalleja. Laadunvarmistukseen on kiinnitettävä erityisesti huomiota arkkitehtimallin ensimmäisen julkaisun yhteydessä, jonka jälkeen muut suunnittelualat alkavat käyttää arkkitehdin tietomallia oman mallinnuksen referenssimallina. Jokainen suunnitteluala vastaa omalta osaltaan laadunvarmistuksesta ja osamallinsa virheettömyydestä. Tietomallien laadunvarmistusta, tarkastamista, yhdistämistä ja julkaisua koordinoi hankkeen tietomallikoordinaattori ja vastuu suunnitelmien yhteensopivuudesta on pääsuunnittelijalla.

1.3.1 Tietomallikoordinaattori

Tietomallinnettavalle hankkeelle nimitetään tietomallikoordinaattori. Tietomallikoordinaattorin tehtävä on hallinnoida hankkeen tietomallintamisprosessia, johon kuuluvat seuraavat tehtävät:

- Eri suunnittelualojen mallien tarkastaminen visuaalisesti
- Mallien yhdistäminen
- Yhdistelmämallin tarkastaminen visuaalisesti ja ohjelmia käyttäen sekä virheiden raportointi ja virheiden korjaamisen seuranta
- Mallinnuskokousten järjestäminen ja johtaminen
- Tietomallinnuksen tukihenkilönä toimiminen
- Suunnitteluajankäytön seuranta ja valvonta mallien julkaisemisen osalta

Yhdistelmämallin tarkastaminen etenee siten, että suunnittelijat toimittavat oman suunnittelualansa tietomallin projektipankkiin. Tietomallikoordinaattori yhdistää eri suunnittelualojen tietomallit ja tekee yhdistelmämallille tarkastuksen visuaalisesti sekä ohjelmallisesti eri tarkastussäännöstöjä käyttäen. Tietomallikoordinaattori laatii tarkastuksesta tarkastusraportin, jonka perusteella suunnittelijat korjaavat oman suunnittelualansa tietomallin. Tarvittaessa tietomallikoordinaattori tekee uuden yhdistämisen ja tarkastamisen korjatuille tietomalleille. Ongelmakohdat joihin ei löydy yksinkertaista ratkaisua käsitellään ja ratkaistaan yhteistyössä projektin suunnitteluorganisaation kesken.

1.3.2 Tietomalliselostus

Suunnittelijat laativat tietomalliselostuksen jokaisen osamallin julkaisun yhteydessä. Tietomalliselostukset nimetään projektin tietomalliohjeessa sovitulla tavalla. Tietomalliselostukseen kirjataan mallin ja sen eri osien (lohkojen ja kerrosten) valmius sekä malliin päivityksen yhteydessä tehdyt muutokset.

1.3.3 Tietomallien laadunvarmistus, tarkastaminen ja yhdistäminen

Tietomallien laadunvarmistus ja tarkastaminen voidaan jakaa kahteen kategoriaan sisäiseen tarkistukseen ja ulkoiseen tarkistukseen. Tietomallien sisäiseen tarkistukseen kuuluu jokaisen suunnittelualan oman osamallin tarkastaminen. Mallin tarkastamisen jälkeen malli toimitetaan ulkoiseen tarkistukseen tietomallikoordinaattorin tarkastettavaksi.

Tietomallien tarkastaminen suoritetaan ensin visuaalisesti jolloin havaitaan karkeat suunnittelu- ja lähtötietovirheet. Tämän jälkeen tietomalli tarkastetaan ohjelmallisesti eri tarkastussäännöstöjä käyttäen. Ohjelmallinen tarkastus tulee suorittaa Solibri Model Checker –ohjelmistoa käyttäen.

Tietomallien laadunvarmistuksen on suunnitteluvaiheissa edettävä seuraavasti:

1. Suunnittelijat tarkastavat omat osamallinsa visuaalisesti ja ohjelmistojen tarkastustyökaluja käyttäen, korjaavat suunnitteluvirheensä sekä tallentavat mallin projektipankkiin sekä natiivi- että IFC-muodossa.
2. Tietomallikoordinaattori/pääsuunnittelija tarkastaa, että suunnittelualojen osamallit noudattavat sovittua mallinnustapaa ja ne voidaan yhdistää.
3. Tietomallikoordinaattori/pääsuunnittelija lisää yhdistelmämallin projektipankkiin.
4. Tietomallikoordinaattori/pääsuunnittelija tekee visuaalisen tai ohjelmallisen tarkastuksen säännöstöjä käyttäen ja kokoaa raportin olennaisimmista törmäyksistä, ristiriidoista ja ongelmista.
5. Suunnittelijat käyvät yhdistelmämallin raportin läpi ja korjaavat omat suunnittelualansa virheet. Suunnittelualojen väliset ristiriidat ratkaistaan pääsuunnittelijan johtamassa yhdistelmämalli- tai suunnittelijakokouksessa.
6. Suunnittelijat korjaavat oman suunnittelualansa virheet.
7. Yhdistelmämallikokouksia järjestetään riittävin väliajoin. Yhdistelmämalli käydään läpi ja keskitytään virheraportissa ilmenneisiin ongelmiin.

Tietomallikoordinaattorin suorittama virhetarkastelu ei vähennä suunnittelijoiden vastuuta osamalliansa virheiden osalta. Suunnittelijat sitoutuvat sekä omiin, että yhteisiin laadunvarmistusmenettelyihin.

1.3.4 Tietomallien julkaiseminen

Tietomallien päivitys ja julkaisu tapahtuu suunnitteluajataulun mukaisesti. Päivitysrytmi sovitaan hankekohtaisesti ja sitä voidaan muuttaa hankkeen edetessä. Päivitysrytmin muutos on kirjattava suunnittelukokouksessa.

Tietomallinnuksen päivitystaajuus hankkeen eri vaiheissa on esimerkiksi seuraavanlainen:

- Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheen tietomallien päivitys suunnitteluratkaisujen tarkastelua ja päätöksentekoa varten sekä energia- ja olosuhdesimuloinnin ja kustannuslaskennan pohjaksi noin 2-4 viikon välein
- Toteutus suunnitteluvaiheen tietomallien päivitys tapahtuu 1-2 viikon välein. Tarvittaessa rakennemalli päivitetään elementtituotantoa varten 1 viikon välein.
- Tuotantovaiheessa tietomallit päivitetään aina olennaisten muutosten jälkeen.
- Mallien yhdistäminen yhdistelmämalliksi tehdään eri suunnittelualojen osamallien päivityksen jälkeen.

Tietomallien julkaisussa noudatetaan projektissa sovittua tietomallien nimeämiskäytäntöä niin, että mallin nimestä käy ilmi kohde, suunnitteluala ja mahdollinen kerrosrajaus.

1.4 Suunnittelu-aikataulut

Suunnittelu-aikataulu laaditaan yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa siten, että suunnittelutehtäville jää riittävästi aikaa. Suunnittelu-aikataulun tehtäviä tarkennetaan noin kahden viikon välein seurattavassa lyhyen aikajänteen tehtävätaulukossa (Last Planner -menettelyä soveltaen).

Suunnittelu-aikataulu

Tietomallinnetussa hankkeessa suunnittelu-aikataulussa täytyy huomioida tietomallinnuksen asettamat vaatimukset. Näin ollen perinteisen suunnittelu-aikataulun nimikkeistöön tulee lisätä vähintään seuraavat tehtävänimikkeet:

- vaatimusmallin päivitys ja tarkistuspisteet
- suunnittelijoiden tietomallikatselmukset
- suunnittelun tilaajan tietomallikatselmukset

Edellä mainittujen nimikkeiden lisäksi suunnittelu-aikatauluun on kirjattava selkeä tietomallien päivitysrytmi. Aikataulun laadinnassa on huomioitava eri suunnitteluosapuolten osamallien yhdistäminen ja se, että yhdistämiselle, yhdistelmämallin tarkistamiselle, tarvittaessa osamallien korjauskierrokselle ja korjattujen osamallien uudelleen yhdistämiselle ja tarkistamiselle jää riittävästi aikaa.

Lyhyen aikajänteen tehtävätaulukko (sovellettu Last Planner –aikataulu)

Tehtävätaulukkoa käytetään suunnittelijoiden töiden rytmittämisen ja yhteensovittamisen apuna ja suunnittelun aikataulukokousten teknisenä tukena. Tehtävätaulukon tarkoituksena on koordinoita suunnittelua sekä varmistaa suunnittelijoiden tarvitsemien lähtötietojen saatavuus ja keskinäinen tietojenvaihto suunnittelu-aikataulun puitteissa.

1.5 Kokouskäytäntö ja katselmukset

Tietomallintamisen aloituskokous

Hankkeen tietomallintamisen aloituskokouksen kutsuu koolle projektipäällikkö ja siihen osallistuvat tietomallikoordinaattori, tarvittaessa tietomalliasiantuntijat sekä kaikki suunnittelijat (ainakin ARK, RAK, TATE). Kokouksessa tarkastetaan ja täsmennetään tietomallien käytön periaatteet. Aloituskokouksia voidaan järjestää hankkeessa tarvittaessa useampia, esimerkiksi

siirryttäessä suunnitteluvaiheesta seuraavaan tai jos on tarve täsmentää tietomallintamiseen tai tiedonsiirtoon liittyviä asioita.

Tietomallintamisen lähtökohdat, tietomallinnus- ja tiedonsiirtokäytännöt kirjataan kokouksen pöytäkirjaan. Käytännössä projektin tietomalliohje käydään läpi ja täydennetään vastaamaan kokouksessa sovittuja ja täsmennettyjä asioita.

Suunnittelukokous

Suunnittelukokouksen kutsuu koolle projektipäällikkö ja siinä kirjataan suunnittelutilanne sekä suunnittelua ja suunnitelmia koskevat päätökset. Tarvittaessa suunnittelukokousten yhteydessä tietomalleja ja yhdistelmämallia voidaan käyttää havainnollistamaan suunnittelutilannetta ja suunnitelmia sekä suunnitteluratkaisujen päätöksenteon teknisenä tukena.

Suunnittelun aikataulukokous

Suunnittelun aikataulukokouksen kutsuu koolle pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori tai projektipäällikkö. Kokoukseen osallistuu pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori, tarvittaessa projektipäällikkö ja kaikkien suunnittelualojen edustajat (ainakin ARK, RAK, TATE) edustajat.

Kokouksessa käsitellään vapaamuotoisen agendan mukaisesti suunnittelutehtäviä seuraavan 2-4 viikon aikajänteellä. Tehtävät kirjataan tehtävätaulukoon (Last Planner –aikatauluun), joka tarkastetaan seuraavassa kokouksessa. Kokouksen tarkoituksena on varmistaa suunnitelmien valmistuminen aikataulun mukaan. Samalla se parantaa tiedonkulkua eri suunnittelijoiden välillä ja antaa mahdollisuuden puuttua aikataulupoikkeamiin.

Taulukko. Esimerkki. Suunnitteluun liittyvien kokousten ja tehtävien rytmittäminen

SUUNNITTELUUN LIITTYVIEN KOKOUSTEN JA TEHTÄVIEN RYTMITTÄMINEN	VKO 1	VKO 2	VKO 3	VKO 4	VKO 5
Suunnittelukokous	X			X	
Suunnittelun aikataulukokous	X		X		X
Suunnittelijoiden tietomallikatselmus				X	
Suunnittelun tilaajan tietomallikatselmus					X
Yhdistelmämallin päivitys	X		X		X

Suunnittelijapalaverit

Suunnittelijapalaverin koollekutsuja on yleensä pääsuunnittelija. Palavereiden tarkoituksena on varmistaa riittävä tiedonsiirtyminen ja yhteistyö suunnittelijoiden välillä sekä hakea yhteisiä suunnitteluratkaisuja. Tietomalleja – etenkin yhdistelmämallia – on hyvä käyttää palavereissa

suunnitelmien havainnollistamiseen, jolloin tietomallikoordinaattorin osallistuminen palaveriin voi olla tarpeen.

Suunnittelijoiden tietomallikatselmus

Suunnittelijoiden tietomallikatselmuksen tai yhdistelmämallikokouksen kutsuu koolle pääsuunnittelija tai tietomallikoordinaattori. Kokoukseen osallistuvat kaikkien suunnittelualojen (ainakin ARK, RAK, TATE) edustajat ja tietomallikoordinaattori.

Suunnittelijoiden tietomallikatselmuksen tarkoituksena on tunnistaa mahdollisista virheistä ja suunnitelmien yhteensopimattomuudesta johtuvia yhdistelmämallissa olevia ongelmia, kuten rakennus- ja tekniikkaosien risteymiä, leikkauksia, päällekkäisyyksiä, tilavarauksongelmia, jne. ennalta valmistellun yhdistelmämallin tarkastuslistan mukaisesti. Ongelmien ratkaisut dokumentoidaan ja korjataan kunkin suunnittelualan osamalleihin, jonka jälkeen korjattujen osamallien yhdistelmämallista voidaan tarkastaa virheiden korjausten tilanne.

Mallien tarkastamiseen ja yhdistämiseen käytetään Solibri Model Checker -ohjelmistoa. Yhdistelmämallin yleiseen tarkasteluun (esim. asiakas, erikoissuunnittelija, työmaa, aliurakoitsijat, jne...) voidaan käyttää ilmaista Solibri Model Viewer -ohjelmistoa. Tähän tarkoitukseen olemassa muitakin ilmaisia ohjelmistoja, kuten Tekla Bim Sight -ohjelma.

Yhdistelmämallikokoukset voivat myös olla workshop-tyylisiä ongelmanratkaisu- tai ideointikokouksia, joissa yhdistyy eri osapuolten ammattitaito ja korostuu asiantuntijoiden välinen kommunikaatio. Workshop-tyyppistä kokousta voidaan käyttää esimerkiksi optimoitaessa suunnitteluratkaisuja tai rakennuksen olosuhteita simulointien avulla. Workshop-tyyppisille kokouksille tulee varata riittävästi aikaa ja niissä tulee olla mukana työmaatoteutusta edustavaa henkilöstöä.

Projektin eri kokouksia voi myös yhdistää niin, että esimerkiksi suunnittelijapalaveri ja suunnittelijoiden tietomallikatselmus on sama kokous ja näin tulee luonnollisesti tapahtumaan siinä vaiheessa, kun suunnittelu tietomallintamalla vakioituu tavaksi toimia.

Suunnittelun tilaajan tietomallikatselmus

Projektipäällikkö kutsuu tietomallikatselmuksen koolle sen jälkeen kun pääsuunnittelija tai tietomallikoordinaattori on todennut yhdistelmämallin riittävän virheettömäksi. Yhdistelmämalli päivitetään, tarkastetaan, raportoidaan ja korjataan aina ennen tilaajan tietomallikatselmusta. Kokoukseen osallistuvat kaikkien suunnittelualojen edustajat (ainakin ARK, RAK, TATE) edustajat ja suunnittelu- tai projektipäällikkö sekä toteutusorganisaation edustajat mukaan lukien talotekniikan edustajat.

Suunnittelun tilaajan tietomallikatselmuksen tarkoituksena on varmistaa, että suunnittelun tilaajan tavoitteet tietomalleista ja suunnitelmista täyttyvät. Kokouksessa hyväksytään suunnitteluratkaisut eri vaiheissa ja sovittua tarkoitusta varten sekä ratkaistaan sellaiset suunnittelua koskevat ongelmat joita ei suunnittelijoiden kesken ole voitu ratkaista.

Suunnittelun tilaajan tietomallikatselmuksessa käytetään samaa ohjelmistoa kuin suunnittelijoiden tietomallikatselmuksessa ristiriitojen ja suunnittelun sujuvuuden varmistamiseksi.

Asiakas- ja käyttäjäpalaverit

Tietomallien avulla voidaan havainnollistaa suunnitelmia tilaaja- ja käyttäjäasiakkaille. Mallien visuaaliseen laatuun tulee tällöin kiinnittää huomiota. Mallien rendedöinti voi olla tarpeen ainakin silloin, jos tilaaja tai käyttäjä ei ole rakennusalan ammattilainen.

LIITE 2: HAASTATTELUKYSYMYKSET

1. **Perustiedot:**
 - Nimi
 - Asema
 - Tehtävät Kuopion elinkaarihankkeessa
2. **Hankkeen erityispiirteet, miten eroaa tavanomaisesta hankkeesta?**
3. **Menettely, jota on käytetty Kuopion suunnitteluajataulun ohjauksessa?**
 - Miten tällaiseen ohjausmenettelyyn päädyttiin?
 - Mitä olivat ongelmat taustalla joita menettelyllä yritettiin korjata
 - Miten menettelyyn siirryttiin?
 - Olisiko siirtyminen pitänyt toteuttaa jollain toisella tavalla?
4. **Rullaava tehtävätaulukko yms. työkalut ja ”prujut”, joita Kuopiossa käytetään?**
 - Miten palvelivat ohjausta?
 - Mitä kehitettävää?
 - Miten käyttö muuttui talven aikana
5. **Miten Kuopiossa käytetty suunnittelunohjausmenettely poikkeaa tavanomaisen hankkeen suunnittelunohjauksesta?**
 - Mitä etuja / puutteita näissä on toisiinsa verrattuna
6. **Mitä aikatauluja suunnittelunohjauksessa käytettiin?**
 - Millainen suunnitteluajataulu hankkeessa oli aiemmin käytössä
 - Miten aikataulutus muuttui uuden menettelytavan myötä
7. **Miten suunnitteluajataulun toteutumista seurattiin?**
 - Puututtiinko hankkeessa aiemmin poikkeamiin, miten?
 - Muuttuiko poikkeamiin suhtautuminen uuden menettelyn myötä, miten?
 - Toiko poikkeamiin puuttuminen toivotun tuloksen?
8. **Miten Last Planner auttoi niissä ongelmissa joihin sitä yritettiin käyttää, miten se muutti työskentelyä?**
 - Meneekö tämän hankkeen suunnitteluprosessi paremmin (aikataulussa, laadukkaammin, paremmassa yhteistyössä) kuin aikaisempien hankkeiden suunnittelut tässä vaiheessa?
 - Mitä muuta on muutettu, joka on voinut vaikuttaa erilaiseen tilanteeseen?
9. **Kuopion elinkaarihankkeen vastuuhenkilöt ja heidän tehtävät?**
 - Miten osapuolet ovat ottaneet uuden tavan vastaan?

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

P=Paikallinen; 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

Talo 2000 nimike	TA	HA	EHD	YS	LUPA	TOT	UR	RA	VA	YL
12 Talo-osat										
121 Perustukset										
1211 Anturat (rakennemallin perusteella)										
1212 Perusmuurit				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1212 Peruspalkit										
1212 Ulkopuolinen pintarakenne										
1219 Erityiset perustukset										
122 Alapohjat										
1221 Alapohjalaatat		V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1222 Alapohjakanaalit				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1222 Alapohjan ritilät, kannet, luukut ja muut täydentävät rakennusosat						V1	V1	V1	V1	V1
123 Runko										
1231 Väestönsuojan lattia			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan seinä			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan katto			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan sulkuovi, hätäpoistumiskäytävä tai -aukko				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan suojaovet ja -luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan tikkaat, ilmanvaihtolaitteiden ja varusteiden suojaohäkki				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1231 Väestönsuojan kriisijalan varusteet ja kuntakohtaiset varusteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1232 Kantavat seinät		V1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1233 Pilarit			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1234 Palkit			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1235 Väliohjarakenne		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1236 Yläohjarakenne		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Portaat ja lepotasot		V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Kaiteet ja käsijohteet			V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1239 Erityiset runkorakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
124 Julkisivut										
1241 Ulkoseinät				P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1242 Ikkunat				P1	P1	P1	P2	P2	P3	P3
1242 Ikkunoiden lukitus- ja heloitustiedot							P2	P2	P3	P3
1242 Ikkunan vesipellit ja peitellistat										
1243 Ulko-ovet			V1	P1	P1	P2	P2	P3	P3	P3
1243 Ulko-ovien lukitus- ja heloitustiedot							P2	P2	P3	P3
1244 Julkisivuvarusteet							P1	P1	P1	P1
1245 Julkisivun lasirakenteet			V1	V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
125 Ulkotasot										
1251 Parvekkeen laatta- ja katosrakenne			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1251 Parvekkeen kaiteet ja käsijohteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1251 Parvekelasitus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1252 Katokset ja niiden rakenteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1253 Ulkotasot ja -portaat			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1253 Ulkotasojen kaiteet ja käsijohteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1253 Ulkotasojen lasitus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
126 Vesikatot										
1261 Vesikattorakenne				P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2
1261 Yläpohjan palo-osastointi				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Kulkurakenteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1262 Räystäs rakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1262 Täydentävät rakenteet ja pellitykset										
1263 Vesikate aluskatteineen										
1263 Kattokaiivot				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1264 Vesikattovarusteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1265 Lasikattorakenteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Lasikaton heloitustiedot							P2	P2	P3	P3
1265 Lasikaton seinämäinen juurirakenne				P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2
1265 Hoito- ja huoltotasot							P1	P1	P1	P1
1266 Kattoikkunat ja luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1266 Kattoikkunoiden helat ja automaatiikka							P2	P2	P3	P3
1266 Kattoikkunan seinämäinen juurirakenne				P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2

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

P=Paikallinen; 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

Talo 2000 nimike	TA	HA	EHD	YS	LUPA	TOT	UR	RA	VA	YL
13 Tilaosat										
1311 Kevyet väliseinät		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1312 Lasiväliseinät		V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1315 Väliovet		V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1315 Väliovien lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1317 Tilaportaat ja lepotasot			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1317 Tilaportaiden kaiteet ja käsihoiteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
132 Tilapinnat										
1321 Lattioiden pintarakenteet						V1	V1	V1	V1	V1
1322 Lattiapinnat										
1323 Sisäkattorakenteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1324 Sisäkattopinnat				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1325 Seinän pintarakenteet						V1	V1	V1	V1	V1
1326 Seinäpinnat										
133 Tilavarusteet										
1331 Vakiokiintokalusteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1332 Erityskiintokalusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1333 Varusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1334 Vakiolaitteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1335 Tilaopasteet								V2	V2	V2
1336 Saniteettikalusteet				P1	P1	V2	V2	V2	V2	V2
1337 Saniteettivarusteet				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
134 Muut tilaosat										
1341 Hoitotasot ja kulkurakenteet sisältäen hoitotasojen portaat ja askelmat				V1	V1	V2	V2	V2	V2	V2
1341 Hoitotasot talon rungosta erilliset runkorakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1341 Kaiteet ja käsihoiteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1342 Tulisijat ja savuhormit				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
135 Kevyet tilaelementit										
1351 Kylpyhuone-elementit										
1352 Kylmähuone-elementit										
1353 Saunaelementit										
1354 Talotekniikan tilaelementit										
1355 Hormielementit										
1359 Erityiset tilaelementit										
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						

LIITE 6: RT 10-11070 MUKAISET RAKENNEMALLIN SISÄLTÖ- VAATIMUKSET

x = mallinnetaan, (x) = mallintamisesta on sovittava projektikohtaisesti

Yleissuunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	(x)	
	Anturat	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Perusmuurit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Peruspilarit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Peruspalkit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Lämmöneristeet	(x)	
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Alapohjakanaalit	(x)	
	Erityiset alapohjat	(x)	
	Lämmöneristeet	(x)	
Runko	VSS	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Kantavat seinät	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Pilarit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Palkit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Välipohjat	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Yläpohja	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Erityiset runkorakenteet	(x)	
Julkisivut	Ulkoseinät	(x)	Voidaan mallintaa esimerkiksi yhtenäisenä seinäobjektina määrien raportoinnin takia
	Erityiset julkisivurakenteet	(x)	
Ulkotasot	Parvekkeet	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Katokset	(x)	
	Erityiset ulkotasot	(x)	
Vesikatot	Vesikattorakenteet	(x)	
	Räystäsrakenteet	(x)	
	Lasikattorakenteet	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	(x)	
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim palonsuojalevyt	(x)	
	Hoitotasot ja kulkureitit	(x)	

Hankintoja palveleva suunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	x	Paalut mallinnetaan suunnittelun mukaisesti oikeaan paikkaan ja pituuteen
	Anturat	x	Tyypianturat mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu anturat mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Perusmuurit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Peruspilarit	x	Tyypiperuspilarit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu peruspilarit mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Peruspalkit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Alapohjakanaalit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Eriyiset alapohjat	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Alapohjat	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Runko	VSS	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Kantavat seinät	x	Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Pilarit	x	Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksineen (liittopilareihin myös raudoitteet)
	Palkit	x	Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksineen
	Väli­pohjat	x	Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Runko	Yläpohja	x	Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Erityiset runkorakenteet	(x)	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Julkisivut	Ulkoseinät	x	Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
		(x)	Kevyiden julkisivurakenteiden mallintaminen päätetään hankekohtaisesti - voidaan mallintaa esimerkiksi yhtenäisenä seinä objektina määrin takia Julkisivuelementtien pintakäsittelyiden mallintamisesta sovitaan hankekohtaisesti
	Erityiset julkisivurakenteet	(x)	
Ulkotasot	Parvekkeet	x	Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Katokset	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Erityiset ulkotasot	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Vesikatot	Vesikattorakenteet	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.
	Räystäsrakenteet	(x)	
	Lasikattorakenteet	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	x	Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim palonsuojalevyt	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.
	Hoitotasot ja kulkureiitit	(x)	

Toteutussuunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	x	Paalutarkkeet siirretään malliin ja paalut mallinnetaan toteuman mukaan
	Anturat	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavaluraidoitteet
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Perusmuurit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavaluraidoitteet
	Peruspilarit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavaluraidoitteet
	Peruspalkit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavaluraidoitteet
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus	
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittyminen ja valutarvikkeineen.	
		(x)	Paikallavaluraudoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Alapohjakanaalit	x	Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittyminen ja valutarvikkeineen.	
		(x)	Paikallavaluraudoitteet	
	Erityiset alapohjat	x	Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittyminen ja valutarvikkeineen.	
		(x)	Paikallavaluraudoitteet	
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.	
	Runko	VSS	x	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittyminen ja valutarvikkeineen
			(x)	Paikallavaluraudoitteet
Kantavat seinät		x	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittyminen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavaluraudoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
Pilarit		x	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittyminen ja valutarvikkeineen ja valutarvikkeineen.	
		(x)	Paikallavaluraudoitteet	
		(x)	Elementit ja kokoonpanot mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
Paikit		x	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittyminen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavaluraudoitteet	
		(x)	Elementit ja kokoonpanot mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
Välipohjat		x	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittyminen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavaluraudoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
Yläpohja		x	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittyminen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavaluraudoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
Erityiset runkorakenteet		(x)	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittyminen ja valutarvikkeineen	

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Julkisivut	Ulkoseinät	x	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavalurautoitteet
	(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Erityiset julkisivurakenteet	(x)	
Ulkotasot	Parvekkeet	x	Paikallavalurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavalurautoitteet
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Katokset	(x)	Suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Erityiset ulkotasot	(x)	Suunnittelusopimuksen mukaisesti
Vesikatot	Vesikattorakenteet	(x)	Suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Räystäsrakenteet	(x)	
	Lasikattorakenteet	(x)	Suunnittelusopimuksen mukaisesti
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim. palonsuojalevyt	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.
	Hoitotasot ja kulkureitit	(x)	

LIITE 7: RT 10-11069 MUKAISET TATE-MALLIN SISÄLTÖVAATI-MUKSET

Taloteknisen tietomallin mallinnettavat komponentit, tietosisäitö ja geometrian tarkkuustaso suunnitteluvaiheittain

2D: Esitetään tasokuvaissa /tai kaavioissa

BIM: Mallinnetaan suunnittelunvaiheilla geometriatiedolla

Tyhjiä kenttiä: Ei mallinnus- tai tietosisältövaadetta

Vaiikka jotain komponenttie ei ole vaadittu mallinnettavaksi, ei niiden mallinnus ole silti kiellettyä

Kts. Taulukon loppuosan selvennys tietosisällöstä

Kaikkilla komponenteilla oltava verkosto- tai järjestelmätyyppi

Tietosisältövaatimusten laajuus on riippuvainen käytetystä sovellusohjelmistosta

Edellytykset verkostogeometrian tarkkuustason saavuttamiselle: RAK ja ARK 3D-malli käytettävissä ennen TATE-mallinnuksen aloittamista

Taulukon "2D" merkitsee seuraavaa:

- kaavioissa esitetään periaatteet halutuille toiminnallisuuksille
- tasokuvaissa esitetään komponentin sijoitus
- symbolitasoinen esitys on hyväksytty

Taulukon "BIM" merkitsee seuraavaa:

- käytetään ensisijaisesti sovellusohjelmakirjaston 3D-komponentteja, IFC-yhteensopivia
- IFC-mallien tietosisältö minimissään taulukon mukainen

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutus suunnittelu	
	2D	BIM	2D	BIM
TATE				
TATE-vaatimusmalli			Kts. Tekstiosuuden kappale 3	Kts. Tekstiosuuden kappale 3
2D-leikkaukset	x		Punkistojen, kanavien, kaapelilyhyjen, valaisinten, jne. komponenttien toleranssi 1cm. Kannakointi esitettävä. Eristyspakkaus mukana.	Punkistojen, kanavien, kaapelilyhyjen, valaisinten, jne. komponenttien toleranssi 1cm. Kannakointi esitettävä. Eristyspakkaus mukana.
Reikävarausobjektit				
Näkyvät alakattoasennukset				
Mallihuoneet ja -alueet		x	Kts. Tekstin kappale 4.3, toleranssi 5cm	Kts. Taulukon muut kohdat. Oministuneeseen mallinnukseen tarvitaan arkkitehdin alakatto
Palvelualuekaaviot	x		Tilojen mukaisesti. Jos tilaobjekti pitää jakaa useampaan palvelualueeseen, tekee TATE-suunnittelija sen omana työnä	Palvelualueiden tunnistetila-kohtaisesti (esim. "IV-kone 301TK01, Toimistot 1-3. krs")
Tietomalliselostus			Kts. Tekstiosuuden kappale 2.2	Kts. Tekstiosuuden kappale 2.2

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutussuunnittelu				
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Huoltoluukut rakenteissa (Alakatot, seinät, laatat jne.)					x		Virtteellinen sijainti. Todellinen sijoitus työmaalla ARK-piirustusten mukaisesti huomioiden työmaa-alkaiset muutokset (luukusta päästävä käsiksi huolto- / tarkistuskohteeseen)	
Tuotannon esivalmistet				mts. Tekstiosuuden kappale 8.5				mts. Tekstiosuuden kappale 8.5
Sovellusohjelmistojen ulkopuoliset ns. "itsemallinnetut 3D-objektit"					x	x	Ulkoimitat suunnittelijan arvion mukaisesti	Tunnus, järjestelmätieto

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutussuunnittelu		Tietosisältö	Toteutussuunnittelu		Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta	
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Geometrian tarkkuustaso		2D	BIM		Geometrian tarkkuustaso
Putkistot									
Runkoputkistot DN20 - DN32 Cu18 - Cu35	x	x	Laattaobjektin alapuolella (esim. katto), ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmissa eikä materiaaliilistauksissa.			x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso.	
Runkoputkistot DN40 -> Cu42 ->	x	x	Laattaobjektin alapuolella (esim. katto), ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmissa eikä materiaaliilistauksissa.			x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuivissa absoluuttinen korkoasema (keskilinjal) mittavilivassa	
Kytkentäohdot						x	Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. DN10-	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirta, painetaso	
Putkistosteet						x	25 putkistojen risteykset salitaan Ei vaadetta erilliselle eristysobjektille putkessa.	Eristyksen tyyppi ja paksuus. Metalliset / sekästi kustannuksiin vaikuttavat pinnotteet kerrottava mittavilivassa ja tietosisällössä.	
Sulkuventtiilit						x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, DN-koko, painehäviö	
Eisäädettävät venttiilit						x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, DN-koko, tilavuusvirta, painehäviö, tunnus	
Moottoriventtiilit						x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tilavuusvirta, painehäviö, tunnus	
Muut venttiilit						x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, painehäviö	
Ilmanpoistimet						x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tunnus (esim. IP1)	
Suodattimet						x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tunnus (esim. SU1)	
Joustavat liittimet						x		DN-koko	
Varoventtiilit						x		DN-koko, tunnus (esim. WV1)	
Paisunta-astiat						x	Yli 100 dm3 säiliöt mallinnetaan	Tilavuus	
Lämmönsiirtimet						x		Teho tai tilavuusvirta, painehäviö	
Lämmönjakokeskus	x	x	Esitetään arvioitu tilavarauus			x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirtaus ja painehäviö	
Vesikatolle tai julkisivuun tulevat laitteet ja komponentit	x	x	Esitetään arvioitu tilavarauus			x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Tunnus	
Muut pääkoneköt	x	x	Esitetään arvioitu tilavarauus			x		Tunnus	
Nestetankit						x	Yli 100dm3 tankit mallinnetaan	Tilavuus	
Jakotukit						x		Tunnus	

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutussuunnittelu			Tietosisältö	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso		
Lattialämmitysputkistot				x		ks. Kappale 5.4		Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. Kts. Kappale 5.4
Radiaattorit ja konvektorit				x	x	Ulkomitat valitun laitteen mukaiset		Malli, Teho (kts. myös "Esisäädettävät venttiilit")
Kiertolimakoneet (puhallinkonvektorit, vakioilmastointikoneet, tuulikaappikoneet jne.)				x	x	Ulkomitat valitun laitteen mukaiset		Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus (esim. 401PKN01)
IV-kansavistopatterit				x	x			Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus
Käyttövesikalusteet				x	x			Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus
Käyttövesikalusteet								Malli, normivirtaus, painehäviö, tunnus (esim. PA1, WC1). Käyttövesikalusteen tunnuksen perusteella kerrotaan erillisessä dokumentissa muut hankintatiedot (WC-istuin-, pesuallasvaadeita, ARK- Ei esitystapavaadetta, ARK-suunnitelmien mukaisesti)
Pesuallaat, WC-istuimet yms. Kalusteet				x	x	ARK-kuvan osoittamassa paikassa		Malli, mitoitusvirtaus, painehäviö, tunnus (esim. PPP1)
Pikapalopostit				x	x			Malli, mitoitusvirtaus, painehäviö, tunnus (esim. PPP1)
Runkoviemärit ilman kaatota	x	x	Ilmaiseimassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmassa eikä materiaalisuunnitelmassa.					Materiaali, DN-koko
Viemärit kappaleen 5.2 mukaisesti				x	x	2D-veikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella. Kts. Kohta 5.1.3		Materiaali, DN-koko
Palomansetit				x	x			DN-koko, tunnus (esim. PM1)
Putkistojen tarkastus-/puhdistusluukut				x	x			DN-koko, tunnus (esim. PL1)
Lattialaivat				x	x	ARK-kuvan osoittamassa paikassa		Malli, DN-koko, normivirta, tunnus (esim. LK1)

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutussuunnittelu				
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö
Kattokaivot					x	x	Vesikattokuvan osoittamassa paikassa	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Piha-alueen sade- ja jätevesikaivot					x		Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	DN-koko, tunnus (esim. SVKK1)
Piha-alueen erotuskaivot (HEK, REK jne)	x		Esitetään arvioitu tilavaraus		x	x	Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. SVK1)
Piha-alueen tarkastusputket ja -kaivot					x		Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. HEK1)
Perusmuurin sisäiset sade- ja jätevesikaivot / -pumppaamot					x	x		Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. JVP1)
Perusmuurin sisäiset erotuskaivot	x		Esitetään arvioitu tilavaraus		x	x		Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. HEK1)
Perusmuurin sisäiset tarkastusputket ja -kaivot					x	x		Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. TP1)
Verkostojen tyhjiennykset							Esitetään minimissään kaavoissa	
Anturit (Ti, Pi, TE, PE, PDE jne.)							Esitetään minimissään kaavoissa	
Anturitaskut							Ei esitystapaa	
Putkistokannakkeet							Esitetään 2D-leikkauksissa	
Sprinklersuuttimet					x	x	Sijotus alakattopölyrustuksen mukaisesti	K-arvo, DN-koko, tunnus (esim. SPR1)
Putkistojen liitostavat (kierteet, laipat jne.)							Ei esitystapavaadetta, esitetään muissa dokumenteissa	
Lämmönjakohuoneen putkistot					x	x	Mallinetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
VJK-huoneen putkistot					x	x	Mallinetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
VJK-huoneen pumput					x	x	Mallinetaan viitteellinen sijoituspaikka	Tunnus
VJK-huoneen sekoitusryhmät ja komponentit					x		Esitetään kaavoissa	
IV-konehuoneen runkoputkistot						x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutussuunnittelu			Tietosisältö pääverkostojen ja - järjestelmien osalta	
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM		Geometrian tarkkuustaso
	IV-konehuoneen kytkentäputkistot							x
IV-koneiden pumput ja sekoitusryhmät					x		Sisältö esitetään kaaviossa. Arvioitu sijointus esitetään mallinnettuna esim. laatikko- objekti	Laitetunnukset tasokuviissa mittaviivalla (esim. 301P04, 301FV04)
Muut tekniset tilat					x	x	Mallinnetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, paine
Muun teknisen tilan sekoitusryhmät ja komponentit						x	Sisältö esitetään kaaviossa. Arvioitu sijointus esitetään mallinnettuna esim. laatikko- objekti	
Kuulit ja hormit			kts. Tekstin kohta 4.1 Tilavaraukset, tilat			x	Putkistot mallinnetaan kuiluun eristyneen. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Kuten runkoputkistot.

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutussuunnittelu			Tietosisältö järjestelmien osalta
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	Geometrian tarkkuustaso	
ILMANVAIHTO						
Runkokanavistot	X	X	Laattaobjektin alapuolella (esim. katto), ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennusuunnitelmissa eikä materiaaliilistauksissa.		X	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella (keskilinja) mittaavissa)
Kytkentäkanavistot					X	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella
Kanavistoeristeet					X	Ei vaadetta erilliselle eristysobjektille kanavassa. Kanavan ulkomitassa oltava eristyspaksuus mukana.
Katoloidut IV-koneet	X	X	Arvioitu sijainti ja ulkomitat		X	Suunnittelija määrittää koneen laitevalmistajan ohjelmistolla ja käyttää ensisijaisesti ohjelmiston tuottamaa koneobjektia
Huippumuurit	X	X	Arvioitu sijainti ja ulkomitat		X	Julkisivukuvan ja vesikattokuvan mukaisessa paikassa, ulkomitat valitun tuotteen mukaiset
Kanavapuhaltimet	X				X	Tunnus, esim. 301TK01
Ulospuhallushajottajat	X	X	Arvioitu sijainti ja ulkomitat		X	Tunnus, esim 301PK02, koko
Ulkosäleiköt	X	X	Arvioitu sijainti ja ulkomitat		X	Tunnus, esim. 301PK02, koko
Päätelaitteet					X	Tunnus, esim. UPH1, koko
Siirtoilmäsäleiköt					X	Tunnus, esim. US1, koko
Säätöpellit					X	Malli, koko, tunnus (esim. T1), ilmavirta, painehäviö, äänitaso, esisäätöarvo
Ilma- / vakiovirtasäädin					X	Malli, koko, tunnus (esim. S1)
					X	Malli, koko, tunnus (esim SP1), ilmavirta, painehäviö, esisäätö
					X	Malli, koko, ilmavirta, painehäviö, yksilöity tunnus (esim. 301IMS1000.1 (järjestelmä-IMS- sijainti-ruokseva nro.)

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu				Toteutus suunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
	Palopelti					X	X	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset Malli, koko, painehäviö, tunnus (esim. PP1)
Moottoroitu palopelti					X	X	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, painehäviö, yksilöity tunnus (esim. 301 PP1000.1 [järjestelmä-PP-sijainti-juokseva mro.])
Kanaviston säänvalvontimet					X	X	Ulkomitat valitun tuotteen mukaiset	Malli, koko, ilmavirta, painehäviö, tunnus (esim. AV1)
Puhdistusluukut					X	X		Tunnus (esim. PL1)
IV-kanavistopatterit	X				X	X	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset, vaaditun otsapintanopeuden perusteella	Koko, tunnus (esim. 301JLP1)
Ilman laatuun vaikuttavat kanavistokomponentit (suodatus, kostutus jne.)	X				X	X	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset, vaaditun otsapintanopeuden perusteella	Koko, tunnus (esim. SU1)
Joustavat liittimet					X			Tunnus (esim. JL1)
Kannakkeet							Esitetään 2D-leikkauksissa	LVI-suunnittella koordinoi TATE-leikkaukset
Anturit							Esitetään minimissään RAU-kaavioissa	
Kanavistojen liitostavat (listallitos jne.)							Ei esitystapavaadetta, esitetään muissa dokumenteissa	
Kuulut ja hormit			Kts. Tekstin kohta 4.1 Tilavaraukset, tilat		X	X	Kanavat ja komponentit mallinetaan kuiluun eristeineen.	Komponenttien ja kanavistojen tietosisältö kuten tässä taulukossa mainittu

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutussuunnittelu		Tietosisältö	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta	
	BIM	Geometrian tarkkuustaso	BIM	Geometrian tarkkuustaso		2D	BIM
	2D	Geometrian tarkkuustaso	2D	Geometrian tarkkuustaso			
SÄHKÖTEKNIikka							
Muuntajat	X	X	X	X		X	X
Kojeistot	X	X	X	X		X	X
Pääkeskukset	X	X	X	X		X	X
Virta-keskukset	X	X	X	X		X	X
Kompensointiparistot	X	X	X	X		X	X
Akustot	X	X	X	X		X	X
Jakokeskukset	X	X	X	X	Pääjakelun osalta	X	X
Ristiyhteyksilaitteet	X	X	X	X		X	X
Telejärjestelmien keskuslaitteet	X	X	X	X		X	X
Turvajärjestelmien keskuslaitteet	X	X	X	X		X	X
Kaapeliyhtylyt ja ripustuskeskukset	X	X	X	X	Päireittien osalta	X	X
Johtokourut	X	X	X	X	Päireittien osalta	X	X
Lattiakanavat ja -rasiat	X	X	X	X	Päireittien osalta	X	X
Pystynousut					Kts. Tekstin kohta 4, tilavarakukset	X	X
Kannatukset ja ripustukset							
Valaisimet	X				Mallihuoneissa BIM	X	X
Poistumisvalaisimet							
Vara- ja turvavalaisimet							
Kytkimet					Mallihuoneissa BIM	X	X
Pistorasiat					Mallihuoneissa BIM	X	X
Liike- ja läsnäolotunnistimet					Mallihuoneissa BIM	X	X
Turvakytkimet					Mallihuoneissa BIM	X	X
Jako- ja kytkentärasiat							
Kaiuttimet					Mallihuoneissa BIM	X	X
Kamerat					Mallihuoneissa BIM	X	X
Paloilmaisimet					Mallihuoneissa BIM	X	X
Palopainikkeet					Mallihuoneissa BIM	X	X
Merkinantokojeet					Mallihuoneissa BIM	X	X
Muut telejärjestelmien anturit ja käyttölaitteet					Mallihuoneissa BIM	X	X

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutussuunnittelu			Tietosisältö järjestelmien osalta	Tietosisältö pääverkostojen ja - järjestelmien osalta
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso		
	Muut turvajärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM	X			
Telepistorasiat			Mallihuoneissa BIM	X		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, tunnus/osoite	
Nousujohdot			Pääjakelun osalta, kaavioesitys			Esitetään minimissään kaaviossa		
Telesuuntimet			Pääreitt, kaavioesitys			Esitetään minimissään kaaviossa		
Sähköpisteiden kaapelointi				X				
Telepisteiden kaapelointi				X		Tähtimäiset verkot kaaviossa		
Turvajärjestelmien kaapelointi				X		Tähtimäiset verkot kaaviossa		
Käyttäjän aktiivilaitteet						Ei suunnittelun piirissä, huomioidaan liitynnöissä		
Sähköurakan ulkopuoliset laitteet, kuten esim. ovivahauskeskukset				X	X		Laitetyyppi	

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutus suunnittelu			Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta	
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM		Geometrian tarkkuustaso
	RAKENNUSAUTOMAATIO							
RAU-keskukset	X	X			X	X	Tunnus, esim. VAK1	
Anturit tiloissa näkyvillä					X		Mallihuoneissa BIM Tunnus, esim. TE1	
Anturit TATE-verkostoissa, ei näkyvillä					X		Tunnus, esim. TE1	
Säätölaitte- ja muut kotelot					X		Mallihuoneissa BIM Tunnus, esim. TC1	
Toimilaitteet					X		Tunnus, esim. FG1	

LIITE 8: RT 10-11070 MUKAINEN RAKENNEMALLIN TIETOMALLISELOSTUS

Tietomalliselostus		RAK-BIM	
Havainnollistuskuva kohteesta			
Tietomalliselostuksen päiväys			
Muutospäiväys			
Yritys			
Tietomalliyhteyshenkilö			
Yhteyshenkilön sähköpostiosoite			
Yhteyshenkilön puhelinnumero			
Kohteen vastuullinen suunnittelija			
Kohteen projektipäällikkö			
Suunnittelukohde			
Suunnitteluvaihe			
Käytettävät ohjelmistot			
Lisätietoja, huomioita yms.			

Yleiskuvaus mallinnusperiaatteista	
Nimikkeistöt/käytettävät kuvatasot	Tarvittaessa erillisen, projektikohtaisen liitteen mukaisesti
Mallinnuksen mittayksikkö	mm
Origo (x,y,z)	ARK-mallin mukainen
Mallin tarkkuus	COBIM 2011 , Osan 5, Liitteen 1 mukainen
Poikkeukset tarkkuustasosta:	1.
Mallin tietosisältö	Kansallisen Tietomallivaatimukset Osan 5, Liitteen 1 mukainen
Poikkeukset tietosisällöstä	1.
Valmiusaste	1.
Muuta huomioitavaa	1.