



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Arkkitehtuurin koulutusohjelma

SALLA PALOS
TIETOMALLIPROSESSI – TIETOMALLITIEDON KÄYTTÖ
SUUNNITTELUSSA, RAKENTAMISESSA JA YLLÄPIDOSSA
Diplomityö

Tarkastaja: professori Kari Salonen
Aihe ja tarkastaja hyväksytty
Rakennetun ympäristön
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
7. huhtikuuta 2010

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Arkkitehtuurin osasto

PALOS, SALLA: Tietomalliprosessi – tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa

Diplomityö, 62 sivua, 101 liitesivua

Toukokuu 2010

Pääaine: Rakennussuunnittelu

Tarkastaja: Professori Kari Salonen

Avainsanat: arkkitehtisuunnittelu, tietomalliprosessi, tietomalli, elinkaari, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito, ylläpitotietomalli, projektinjohto

Tietomallien käyttö on mahdollistanut tiiviimmän yhteistyön rakennuttamisprojektin sidosryhmien välillä. Asiakkaan päätöksentekoprosessista on tullut tehokkaampi, suunnitteluprosessista joustavampi ja toteuttajasta kykenevämpi omalta osaltaan paremmin hallitsemaan rakentamisen vaiheen. Tietomallien käyttö rakennuksen elinkaareissa mahdollistaa elinkaaritalousajattelun ja elinkaaritavoitteiden paremman saavuttamisen arkkitehtisuunnittelussa. Asiakkaalle tämä merkitsee paremmin tilattuja, suunniteltuja ja toteutettuja rakennuksia.

Tietomallit mahdollistavat aidon osapuoliyhteistyön, mutta tietomalliprosessia ei ole tarkasteltu kaikkien osapuolten edun näkökulmasta. Jokaisella osapuolella on omat tarpeensa ja eri sidosryhmien omat prosessit tunnetaan varsin syvällisesti. Haasteena on ollut löytää näiden prosessien yhtymäkohdat ja parhaimmat yhteistyön onnistumisen paikat.

Tässä diplomityössä pyrittiin kuvaamaan ja löytämään tietomalliprosessi kokonaisuudessaan, tietomalliprosessin osapuoliyhteistyön solmukohdat sekä kartoittamaan tietomallintamisen tämän hetkiset ongelmakohdat osapuolitasolla. Lopputuloksena kehitettiin prosessimalli, jonka tarkoituksena on käytännöllisellä tasolla selventää tietomalliprosessin päävaiheet, tärkeimmät tietotarpeet osapuoliyhteistyön näkökulmasta, sekä päätöspisteet, joihin kukin prosessin vaihe osapuoliyhteistyönä tähtää. Pää tavoitteet hyvin harkitussa tietomalliprosessissa ovat paremmin suunniteltu ja toteutettu rakennus, tyytyväinen asiakas sekä sujuva yhteistyö hankkeen osapuolten kanssa.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

School of Architecture

PALOS, SALLA: Building Information Model Process – Use of Building Information Model Data in Design, Construction and Facility Management

Master of Science Thesis, 62 pages, 101 appendix pages

May 2010

Major: Architectural design

Examiner: Professor Kari Salonen

Keywords: architectural design, building information process, building information model, life cycle, design, construction, facility management, as-built model, construction project management

Utilization of building information models has enabled more intense cooperation between building project interest groups. Client's decision-making process has become more efficient, design process has become more adaptable and builder is better able to manage the execution phase. Use of building information models enables life cycle economics contemplation and better achievement of life cycle objectives in architectural design. For the client this means better commissioned, designed and built buildings.

Building information models enable true collaboration between stakeholders, but building information model process has not been viewed from general advantage of project participants. Each stakeholder has its own needs and individual processes are well known. The challenge has been to find the interfaces and best collaboration points between all processes.

Within this thesis the project group aimed at elaborating joint process and distinguishing common problem situations. As a result, a process model was developed, which purpose is to elucidate on a practical level the main phases of building information model process, most important information needs, and process decision points. The main objectives in a well deliberated building information model process are a better designed and executed building, a satisfied client and fluent collaboration between project participants.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty ja rahoitettu Lemcon Oy:ssä. Työ on tehty osana arkkitehdin tutkintoa Tampereen teknillisen yliopiston Arkkitehtuurin laitokselle.

Kiitos professori Jarmo Laitiselle, Lemcon Oy:n kehittämispäällikkö Annikki Karppiselle sekä kehitysinsinööri Satu Kuusiolalle diplomityöaiheen ehdottamisesta ja ohjauksesta. Kiitos professori Kari Saloselle diplomityöni tarkastamisesta.

Kiitokset projektiryhmälle; CEJ-Arkkitehdit Oy:n Patrick Eriksson, Vesa Jäntti ja Juha Vesen, Finnmap Consulting Oy Markku Varis ja Juha Valjus, Helsingin Yliopisto Teppo Salmikivi sekä Pirjo Ranta, Insinööritoimisto Olof Granlund Oy Tuomas Laine ja Tero Järvinen, Lemcon Projektinjohto Oy, Ovenia Oy Mikko Turunen, sekä Senaattikiinteistöt Auli Karjalainen, Jukka Riikonen sekä Kari Ristolainen; joka osallistui kehitysprojektiin ja antoi rakentavia ajatuksia diplomityöhöni.

Lopuksi, kiitokset aviomiehelleni Timolle ja perheelleni kannustuksesta.

Tampereella 1.5.2010

Salla Palos

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	II
ABSTRACT	III
ALKUSANAT.....	IV
SISÄLLYSLUETTELO	V
LYHENTEET JA MERKINNÄT.....	VII
KAAVIOT JA KUVAT	VIII
LIITELISTA.....	X
1 JOHDANTO.....	1
1.1 Tutkimuksen tausta.....	1
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus	2
1.3 Tutkimusmenetelmät ja – rakenne.....	3
2 TIETOMALLINTAMINEN NYT JA TULEVAISUUDESSA.....	6
2.1 Projektinjohtorakentaminen Lemcon Oy:ssä	8
2.1.1 Tietomallintamisen tavoitteet projektinjohtourakoinnissa.....	13
2.2 Elinkaarihallinta rakennusprojektissa.....	14
2.2.1 Lähtökohtia	14
2.2.2 Elinkaaritalouden merkitys.....	16
2.2.3 Tietomallipohjainen suunnittelu	23
2.2.4 Tietomallipohjainen rakentaminen	28
2.2.5 Tietomallipohjainen kiinteistön ylläpito.....	28
3 TIETOMALLINTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ.....	30
3.1 Tietomallien käyttö ja laajuus.....	30
3.1.1 Tilaaja–Rakennuttaja.....	30
3.1.2 Käyttäjä–Ylläpitäjä	31
3.1.3 Pääsuunnittelija–Arkkitehti	33
3.1.4 Rakennesuunnittelija	34

3.1.5	TATE-suunnittelija–Elinkaariasiantuntija	35
3.1.6	Toteuttaja	36
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	45
4.1	Tietomallintamisesta havaitut hyödyt	45
4.1.1	Tilaaajan, käyttäjän ja ylläpidon näkökulmasta	46
4.1.2	Suunnittelussa	47
4.1.3	Toteutuksessa	47
4.2	Havaittuja ongelmakenttiä ja niiden ratkaisuja	48
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	52
5.1	Tietomalliprosessi	52
5.1.1	Tietomalliprosessin vaatimukset	52
5.1.2	Tietomalliprosessin tietosisältö	53
5.1.3	Tilaaajan, käyttäjän ja ylläpidon näkökulma	53
5.1.4	Suunnittelijoiden näkökulma	54
5.1.5	Toteuttajan näkökulma	55
6	YHTEENVETO	56
	LÄHTEET	58
	LIITTEET	- 1 -

LYHENTEET JA MERKINNÄT

5D	3D+aika+kustannus
ARK/PS	Arkkitehti/Pääsuunnittelija
AU/T	Aliurakoitsija/Toimittaja
GDL	Geometric Description Language, tekstipohjainen koodauskieli
IFC	Industry Foundation Classes, kansainvälinen rakennusalan standardi oliopohjaisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen
KÄY/YL	Käyttäjä/Ylläpitäjä
PJ	Projektinjohtourakoitsija
PTS	Pitkätähtäimensuunnitelma
RAK	Rakennesuunnittelija
TATE	Talotekniikka
TATE/EKA	Talotekniikka-suunnittelija/Elinkaariasiantuntija
TIL/RA	Tilaaaja/Rakennuttaja
VIR	Viranomainen

KAAVIOT JA KUVAT

Kuva 1 Lemcon Oy:n projektinjohtomallin lyhyt kuvaus. (Lemcon Projektinjohto).....	10
Kuva 2 Vaiheittain täydentyvä limitetty hanketietomalli. (Kruus et. Al. 2006).....	15
Kuva 3 Rakennuksen elinkaaren ominaisuusmäärittelyjen eteneminen omistajan ja käyttäjän vaatimuksista rakenteiden teknisiin spesifikaatioihin.	17
Kuva 4 Suunnittelun ohjauksen keskeiset vaiheet ja tehtävät projektinjohtohankkeessa. (Kruus et. Al. Rakennustieto 2006).....	20
Kuva 5 Eri ominaisuusluokkien vuorovaikutus elinkaaritalouden vaihtoehtojen vertailussa, valinnassa ja optimoinnissa. (Lähde: Sarja, Asko 2003)	22
Kuva 6 Tilaaja-rakennuttajan ja käyttäjä-ylläpitäjän yhdistetty tarvesuunnittelu prosessi. (Lähde: Rakennuttaminen 2004).....	23
Kuva 7 Kustannuksiin vaikuttamisen mahdollisuus. (Kharbanda & Stallworthy & Williams 1980, s. 46)	27
Kuva 8 Ylläpidon tarvitseman tiedon kumuloituminen läpi rakennuksen elinkaaren. ...	29
Kuva 9 Jumbon kauppakeskuksen laajennuksen rakennetietomalli. (Finnmap Consulting Oy 2006)	37
Kuva 10 Viikin eläinsairaala. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2005).....	38
Kuva 11 Viikin eläinsairaalan arkkitehti- ja LVIS-suunnitelmien yhdistelmä-tietomalli. (Olof Granlund Oy 2005).....	39
Kuva 12 Hämeenlinnan K-Rauta, rungon asennusaikataulu viikoittain. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006).....	39
Kuva 13 Jumbo Parkin tuotantotietomalli. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)	40
Kuva 14 Törmäystarkastelu tietomallien avulla. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)	41
Kuva 15 Tarjouslaskentavaiheessa laadittu tuotantotietomalli. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)	42

Kuva 16 Tuotantotietomallin avulla laadittu 3D-työmaasuunnitelma. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006).....	42
Kuva 17 Aviator -tuotantotietomalli. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006).....	43
Kuva 18 Aviator-projektin asennusaikataulun seuranta tietomallin avulla. (Kuusiola Satu, 2006)	43
Kuva 19 Tavoitteiden määrittely.....	- 22 -
Kuva 20 Tarveselvityksen kulku.....	- 26 -
Taulukko 1 Rakennuksen elinkaarikustannukset. (Ashworth 1999).....	16

LIITELISTA

Liite 1 Haastattelu: Minkälaista hyötyä koette voivanne tuottaa rakennushankkeen muille osapuolille?	- 1 -
Liite 2 Haastattelu: Anna kolme konkreettista esimerkkiä, mitä onnistumisia tuotemallintamisessa on ollut työssänne.	- 2 -
Liite 3 Haastattelu: Anna kolme konkreettista esimerkkiä, mitä ongelmia tuotemallintamisessa on ollut työssänne.	- 3 -
Liite 4 Haastattelu: Miten ratkaisitte ongelmakentät?	- 4 -
Liite 5 Haastattelu: Mitkä asiat vaikuttivat eniten onnistumisiin tuotemallintamisessa työssänne?	- 5 -
Liite 6 Haastattelu: Mitkä asiat vaikuttivat eniten epäonnistumisiin tuotemallintamisessa työssänne?	- 6 -
Liite 7 Haastattelu: Mitkä ovat oman organisaatiosi kannalta päätavoitteet tuotemallintamisessa?	- 7 -
Liite 8 Haastattelu: Mitä välttämättömiä tarpeita näet tuotemallintamisen kehitykselle nyt?.....	- 8 -
Liite 9 Haastattelu: Miten asiakkaanne kokevat tuotemallintamisen?.....	- 10 -
Liite 10 Prosessikaavion ohje.....	- 11 -
Liite 11 Tarveselvitys.....	- 12 -
Liite 12 Hankesuunnittelu.....	- 13 -
Liite 13 Yleissuunnittelu 1	- 14 -
Liite 14 Yleissuunnittelu 2	- 15 -
Liite 15 Rakentamisen valmistelu.....	- 16 -
Liite 16 Rakentaminen	- 17 -
Liite 17 Vastaanotto	- 18 -

Liite 18 Käyttö ja ylläpito	- 19 -
Liite 19 Tiedostettu tarve – tietosisältö	- 20 -
Liite 20 Tavoitteiden alustava määrittely – tietosisältö	- 21 -
Liite 21 Vaatimusmalli – tietosisältö	- 23 -
Liite 22 Tonttimalli – tietosisältö	- 27 -
Liite 23 Suunnittelutarjouspyyntö arkkitehti – tietosisältö	- 29 -
Liite 24 Suunnittelutilaus arkkitehti – tietosisältö	- 30 -
Liite 25 Tilaryhmämalli	- 31 -
Liite 26 Tavoitteiden täsmentäminen – tietosisältö	- 33 -
Liite 27 Tavoitteet ja tavoitehinalaskelma – tietosisältö	- 34 -
Liite 28 Tilamalli – tietosisältö	- 35 -
Liite 29 Hankesuunnitelma – tietosisältö	- 38 -
Liite 30 Päätös mallintamisen laajuudesta – tietosisältö	- 39 -
Liite 31 Suunnittelutarjouspyyntö pääsuunnittelijalle – tietosisältö	- 42 -
Liite 32 Suunnittelutarjous pääsuunnittelusta – tietosisältö	- 43 -
Liite 33 Suunnittelutarjouspyyntö – tietosisältö	- 44 -
Liite 34 Suunnittelutarjous arkkitehti – tietosisältö	- 45 -
Liite 35 Suunnittelutarjous rakennesuunnittelija – tietosisältö	- 46 -
Liite 36 Suunnittelutarjous TATE-suunnittelija – tietosisältö	- 47 -
Liite 37 Suunnittelusopimus – tietosisältö	- 48 -
Liite 38 Suunnittelun aloituskokous – tietosisältö	- 50 -
Liite 39 Yleissuunnittelun lähtötiedot – tietosisältö	- 52 -
Liite 40 Tavoitteiden täsmentäminen – tietosisältö	- 54 -
Liite 41 alustava rakennusosamalli – tietosisältö	- 55 -
Liite 42 Rakennusosamalli - tietosisältö	- 58 -
Liite 43 Rakennemalli - tietosisältö	- 60 -

Liite 44 TATE-analyysit - tietosisältö.....	- 62 -
Liite 45 TATE-järjestelmämalli - tietosisältö	- 63 -
Liite 46 PJ-urakkatarjouspyyntö - tietosisältö	- 65 -
Liite 47 Yhdistelmämalli - tietosisältö.....	- 66 -
Liite 48 Energiamääräysten täytyminen - tietosisältö.....	- 67 -
Liite 49 Rakennuslupaprosessi - tietosisältö	- 68 -
Liite 50 Rakennuslupa-asiakirjat - tietosisältö.....	- 70 -
Liite 51 PJ-urakkatarjous - tietosisältö.....	- 71 -
Liite 52 PJ-urakkasopimus - tietosisältö	- 72 -
Liite 53 Projektisuunnitelma - tietosisältö	- 73 -
Liite 54 Tuoteosamalli arkkitehti - tietosisältö	- 74 -
Liite 55 Tuoteosamalli rakennesuunnittelija - tietosisältö	- 76 -
Liite 56 Tuoteosamalli TATE-suunnittelija - tietosisältö	- 78 -
Liite 57 Yhdistelmämalli - tietosisältö.....	- 80 -
Liite 58 Yhdistelmämalli rakennesuunnittelija–TATE-suunnittelija - tietosisältö	- 81 -
Liite 59 4D-työnsuunnittelu (alustava) - tietosisältö.....	- 82 -
Liite 60 Mallin päivitys valitun ratkaisun perusteella - tietosisältö.....	- 83 -
Liite 61 Osayhdistelmämalli - tietosisältö	- 84 -
Liite 62 Toteumatiedon päivittäminen malliin - tietosisältö.....	- 85 -
Liite 63 Ylläpidon mallin täsmentäminen - tietosisältö	- 86 -
Liite 64 Toteumamalli arkkitehti - tietosisältö.....	- 87 -
Liite 65 Toteumamalli rakennesuunnittelija - tietosisältö.....	- 88 -
Liite 66 Toteumamalli TATE-suunnittelija - tietosisältö.....	- 89 -
Liite 67 Ylläpidon yhdistelmämalli	- 90 -
Liite 68 Mallien luovutus tilaajalle	- 92 -
Liite 69 Kaikkien mallien vastaanotto	- 93 -

Liite 70 Toteumamalli arkkitehti (natiivi) - tietosisältö.....	- 94 -
Liite 71 Toteumamalli rakennesuunnittelija (natiivi) - tietosisältö.....	- 95 -
Liite 72 Toteumamalli TATE-suunnittelija (natiivi) - tietosisältö.....	- 96 -
Liite 73 Mallin päivitys/muutosloki - tietosisältö.....	- 97 -
Liite 74 Ylläpidon yhdistelmämalli - tietosisältö.....	- 98 -
Liite 75 Pienten muutosten korjaus - tietosisältö.....	- 100 -
Liite 76 Mallin välttämätön päivitys - tietosisältö.....	- 101 -

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Tämän diplomityön rahoittaja on Lemcon Oy. Taustalla tämän työn tilaukselle on Suomen rakennusteollisuuden tämänhetkinen kehitys tietomallintamisen osalta. Perinteinen rakennusprosessi on kehittymässä tietomallipohjaiseen rakennusprosessiin rakennuttamisprojekteissa. Suunnittelu on siirtymässä paperidokumenteista sähköiseen dokumentointiin ja tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Arkkitehdille ja projektinjohtourakoitsijalle nämä merkitsevät muutoksia omissa toimintatavoissa ja strategiassa.

Tarve diplomityölle tulee tietomallintamisen tarjoamista mahdollisuuksista ja vaatimuksista arkkitehdille ja muille rakennushankkeen osapuolille. Tähän mennessä tietomallien käytöstä ei ole riittävästi konkreettista näyttöä ylläpidon näkökulmasta. Tietomallintaminen on kokonaisuutena varsin uusi konsepti käytännön rakennusteollisuudessa, vaikka aihetta on tutkittu noin 20 vuotta. Lemcon Oy hakee tämän diplomityön kautta uutta ratkaisua rakennusprojektin projektinjohtourakoitsijan tietomalliprosessille. Diplomityön tarkoitus on selvittää, mikä on tietomallitiedon potentiaali suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa rakennusprojektin sidosryhmien näkökulmasta.

Diplomityön tavoitteena on selvittää tietomalliprosessi rakennusprojektin osapuolten näkökulmasta projektinjohtorakentamisessa. Pääpaino diplomityössä on selvittää hyötyjen kumuloituminen tilaaja-asiakkaalle. Diplomityössä käydään painotuksesta huolimatta läpi koko rakennuttamisprosessi suunnittelusta ylläpitoon saakka.

Diplomityön tavoite on myös saada aikaan argumentit, joilla arkkitehti voi osoittaa projektien tilaajille ja muille osapuolille tietomallintamisen edut. Tavoitteena on vahvistaa projektien osapuolten yhteistoimintaa ja osoittaa tuleville asiakkaille, miten malleja voidaan hyödyntää käytännön toiminnassa. Tarkoituksena on löytää ne lisäarvot, mitkä johtavat potentiaalisen asiakkaan positiiviseen päätöksentekoon ja kestäväan liikekumppanuussuhteeseen.

Diplomityö kootaan asiantuntijaryhmän haastatteluiden ja työpaja-istuntojen pohjalta sekä Lemcon Oy:n projektiaineiston pohjalta. Asiantuntijaryhmän osapuolina ovat:

- Rakennuttaja; Senaatti-kiinteistöt Oy
- Ylläpitäjä; Oventia Oy
- Käyttäjä; Helsingin yliopisto
- Pääsuunnittelija; Vesa Jäntti CEJ-Arkkitehdit Oy:stä
- Arkkitehti; CEJ-Arkkitehdit Oy
- Rakennesuunnittelija; Finnmap Consulting Oy
- TATE-suunnittelija; Granlund Oy
- Projektinjohto-toteuttaja; Lemcon Oy

Diplomityön lähtökohtana ovat ryhmänä tehtävät työpajat ja haastattelut, sekä kuvitteellinen esimerkkiprojekti pohjautuen osapuolien aikaisempiin tietomalliprojekteihin.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Diplomityön on tarkoitus olla hyvin konkreettinen ja liittyä käytännönläheisesti ryhmän jäsenten liiketoimintaan. Kaikki osapuolet pyrkivät hyödyntämään tietomallintamista nykyisissä projekteissaan. Diplomityöllä haetaan tietomallintamisen hyötyjen verifiointia asiakkaille ja liikekumppaneille.

Diplomityöllä on kolme alitavoitetta. Ensimmäinen alitavoite on selvittää, mitkä ovat tietomallipohjaisen suunnittelun tuomat hyödyt. Tietomallien oletetaan tuovan lisäarvoa ja joustavuutta rakennushankkeen osapuolten tehtäviin. Tämän alitavoitteen puitteissa suunnataan kiinnostus suunnittelijoiden tietomallien tietosisältöihin ja tiedonvaihtoon.

Toiseksi tutkitaan, millä edellytyksillä tietomallipohjaisen rakennusprojektin yhteistyö eri sidosryhmien kesken saadaan toimivaksi. Painotus tämän alitavoitteen kohdalla on tietosisällöissä ja päätöksenteossa.

Kolmas alitavoite on selvittää kiinteistön ylläpidon saamat hyödyt tietomallipohjaisessa toimitilajohtamisessa. Kolmannen alitavoitteen rajoissa selvitetään, miten asiakasta voidaan palvella paremmin malleja hyödyntämällä. Kolmannessa alitavoitteessa haetaan argumentit, joilla tietomallintaminen prosessina markkinoidaan tilaajille. Arkkitehdilla on merkittävä rooli suunnitteluprosessin käynnistäjänä ja suunniteltavan rakennuksen lähtökohtien luojana. Kappaleessa otetaan myös kantaa projektinjohtourakoitsijan mallien käyttöön tuotannonohjauksessa.

Diplomityön konkreettinen lopputulos on sähköinen prosessikuvaus ja ohjeistus tietomallipohjaiselle yhteistoiminnalle. Tämän työn liitteissä on kuvattu sähköisen prosessin

tulosteet. Lopputulokseen päästään käymällä läpi asiantuntijaryhmän haastattelut, yhdeksän jo toteutettua projektia sekä erikseen järjestettävät työpajapalaverit.

Tietomallipohjaisen suunnitteluprosessin tavoitteena on kehittää nykyisiä suunnittelukäytäntöjä eteenpäin ja tuottaa käyttökelpoisia tietomalleja. Arkkitehti pyrkii tietomallien avulla kohti sujuvampaa yhteistyötä osapuolten kanssa sekä tarjoamaan parempaa suunnittelua tuleville asiakkailleen. Tietomallien ymmärtäminen tuo parhaimmillaan varmuutta ja luottamusta asiakassuhteeseen. Tavoitteena on toimiva rakennus ja halu kumppanuuteen arkkitehdin kanssa. Pääsuunnittelija haluaa hoitaa koko rakennushankkeen sidosryhmien tarpeet mahdollisimman hyvin.

Tietomalliprosessin tarkoituksena on varmistaa kilpailuetu myös tulevaisuudessa. Kilpailuetu voidaan saavuttaa tarjoamalla parempaa tuotetta tai palvelua. Tietomallintaminen mahdollistaa arkkitehdille tehokkaamman, virheettömämmän ja nopeamman työkalun suunnitteluun. Lisäpanos arkkitehtisuunnittelun tarjoamaan voi tulevaisuudessa olla rakennuksen luovutuksen yhteydessä annettava ylläpidon tietomalli. Viimekädessä suunnittelijoiden tavoitteena on, että asiakas ryhtyy tulevaisuudessa tilaamaan tietomalleja, ei pelkkiä piirustuksia.

Diplomityöhön liittyvässä prosessikaaviossa tietomalleja hyödynnetään suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa koko prosessiketjun läpi. Prosessikaavion tavoitteena on kuvata tietomalliprosessi rakennushankkeen eri vaiheissa. Suunnitteluprosessin aikana tuotettujen tietomallien tarkkuustaso, tietosisältö ja tiedonsiirto kuvataan osapuolten hyödynnettävissä olevalla tavalla. Prosessi lähtee pääosin tilaajan (→ palvelu) ja kiinteistön ylläpidon (→ ylläpitotietomalli) tarpeista.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja – rakenne

Tämän diplomityön tutkimusmenetelminä ovat kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä ja ryhmätyöpäalaverit. Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä tarkoittaa kokonaisvaltaista tiedon hankintaa; tutkimusaineisto kerätään todellisista tapahtumista. Kvalitatiivinen tutkimus käsittää esimerkiksi seuraavia tiedonkeruu metodeja: teemahaastattelut, osallistuva seuranta, ryhmähaastattelut ja analyysit erilaisista dokumenteista ja artikkeleista. (Hirsjärvi & Al. 2000. s.155) Tutkimus hoidetaan tämän diplomityön puitteissa työpajapalavereissa, joissa asiantuntijaryhmässä pohditaan, mikä on tällä hetkellä oikea ratkaisu tietomallipohjaiseen prosessiin.

Tieto nykytilan analyysiin kerätään pääosin haastattelemalla asiantuntijatiimiä, työpajamuistioista sekä esimerkkiaineistosta. Kvalitatiivisen tiedon tarkoitus on välittää tämän projektin asiantuntijoiden tieto tuleviin projekteihin osallistuville osapuolille.

Kirjallisen aineiston otanta tässä diplomityössä on toimintatutkimus. Toimintatutkimus tarkoittaa sitä, että tutkija pyrkii ymmärtämään ja kehittämään tutkimuksen aihetta toimenpitein. Aaltolan ja Syrjälän mukaan toimenpidetutkimuksen ydin on prosessin ymmärtäminen uudella tavalla. (Aaltola ja Syrjälä 1999. s. 18)

Tutkimuksen kohteena oleva toiminta on päämääräorientoitunut ja toimintoa voidaan pitää prosessin jatkuvana kehityksenä. (Aaltola ja Syrjälä 1999. s. 18) Kvalitatiivisia tutkimusmetodeja on hyödynnetty toimintatutkimuksessa.

Diplomityön teoriaosuus on laadittu kirjallisen tutkimuksen perusteella. Tutkimus aloitetaan määrittelemällä Lemcon Oy:n tarpeet ja tavoitteet. Yhtymäkohdat käytännön ja teorian välillä haetaan haastatteluiden ja havaintojen perusteella. Näiden perusteella määritellään teoriaosuuden rajaus diplomityössä. Teorian ja esimerkki-aineistojen perusteella määritellään tietomalliprosessi ja tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa.

Lopputuloksena suunnitellaan Internet-selaimella käytettävä prosessikaavio, jonka avulla yksinkertaistetaan tietomalliprosessi osapuoliyhteistyön hyötyjen näkökulmasta.

Tämän diplomityön tarkoituksena on aikaansaada selkeä käsitys siitä, mitkä ovat tietomallin mahdollisuudet toimia rakennusprojektin tiedonhallintaa parantavana tekijänä. Arkkitehti pyrkii tietomallien avulla tarjoamaan asiakkailleen parempaa palvelua kiinteistön ylläpitoon liittyvän lisäarvon kautta. Tietomallien hyöty konkretisoituu, kun pääsuunnittelija käynnistää rakennusprojektin suunnittelun tietomallipohjaisena ja johtaa osapuolten yhteistyötä siten, että tietomalleja voidaan hyödyntää läpi koko prosessin.

Diplomityössä pyritään selvittämään, mihin virtuaalista ylläpidon tietomallia voidaan käyttää tulevan käyttäjän näkökulmasta. Jotta voidaan määritellä ylläpidon virtuaalitietomallin tarkoitus, haastatellaan toimitilojen käyttäjät. Haastatteluiden pohjalta määritellään, mitä käyttäjä edellyttää tietomallilta, miten asiakas saadaan ymmärtämään saamansa lisäarvo tietomallipohjaisesta projektin läpiviennistä ja miten käyttäjä ymmärtää ylläpidon tietomallin.

Diplomityön ensimmäinen luku käsittää tutkimuksen teoriataustan. Luku selvittää tutkimuksen tavoitteet, tutkimusmenetelmät ja tutkimusrakenteen.

Tutkimuksen toinen luku pohjustaa tietomallintamisen ja tietomalliprosessikonseptin. Luku kaksi selvittää, mitä hyötyjä projektin läpivientiin saadaan tietomallintamisesta ja kuinka tietomallintaminen soveltuu projektinjohtoprosessiin. Toisessa luvussa käsitellään tietomallintaminen suunnitteluprosessissa ja rakennusprosessissa.

Kolmas luku on diplomityön empiirinen osa. Kappaleessa kolme käsitellään esimerkki-
projektit asiantuntijatiimin näkökulmasta. Diplomityön kolmas osa selvittää, kuinka tietomallipohjainen projektinjohtoprosessi toimi osapuolien aiemmissa projekteissa. Luvussa kolme selvitetään tuotemalleista saatavat käytännön hyödyt, tietomallien toimintamahdollisuudet ja tietosisällöt arvoketjussa.

Luvut neljä ja viisi käsittävät tutkimuksen tulosten tarkastelun sekä johtopäätökset. Viimeisessä osassa esitellään diplomityössä kehitetty prosessikaavio. Tavoitteena prosessikaaviossa on saada tehokas ja yksinkertainen työkalu tietomallipohjaisen suunnittelun, rakentamisen ja ylläpidon käyttöön.

2 TIETOMALLINTAMINEN NYT JA TULEVAISUUDESSA

Tietomallintamisen kehitys on edennyt suunnittelun ja suunnitteluohjeiden osalta varsin pitkälle. Tällä hetkellä suurin kehitystyön aihe on IFC-muodossa tapahtuva suunnittelijoiden välinen tiedonsiirto eri ohjelmistojen välillä. Tietomalleja hyödyntävien kohteiden määrä rakennusurakoissa lisääntyy tasaisesti ja niistä saadut kokemukset ovat tois- taiseksi olleet pääosin kannustavia ja positiivisia.

Tietomallintamisen oleellisimmiksi hyödyiksi on tähän mennessä havaittu

- energiatarkastelut luonnossuunnitteluvaiheessa
- toteutuksen aikataulu- ja työjärjestysuunnittelu
- havainnollisuus kolmiulotteisissa suunnitelmissa
- markkinointiaineiston tulostaminen suoraan tietomallista
- määrätiedon tuottaminen suoraan tietomallista
- nopea ja tarkka määrä- ja kustannuslaskenta
- piirustusten tulostaminen suoraan tietomallista
- rakennetietomallin hyödyntäminen elementtisuunnittelussa
- suunnitteluvirheiden väheneminen ja havaitseminen riittävän ajoissa
- virtuaalinen yhteensovitus eri suunnitelmien törmäystarkasteluissa
- 4D- työsuunnittelussa tai simulaatioissa

Tietomallintamiselle on löydetty useita uusia käyttötarkoituksia. Merkittävimmät hyö- dyt ovat löytyneet elementtisuunnittelussa ja olosuhdesimuloinneissa. Elementtitehtaat pystyvät ottamaan vastaan tietomallipohjaista tuotantotietoa. Rakennusten käyttöaikana vallitsevia olosuhteita on tutkittu ja osoitettu käyttäjälle. Tulevaisuuden kehityssuunni- telmissa on parantaa tietomallintamista geoteknisiin käyttötarkoituksiin, jotta myös ton- tin maaperä voidaan tietomallintaa. (ProIT News, Tammikuu 2006. s. 4-5)

Tietomallipohjainen suunnitteluprosessi poikkeaa perinteisestä suunnitteluprosessista monella tapaa. Tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa koko rakennushankkeen vastuumäärittelyt ja projektin tavoitteet sovitaan prosessin alkuvaiheessa.

Suunnitteluprosessin merkittävyyden painopiste siirtyy tietomallipohjaisessa rakennus- hankkeessa prosessin alkupäähän. Prosessin alkupäässä suunnittelutiimi suorittaa tieto- mallien avulla analyysit ja simulaatiot, joiden perusteella vaihtoehto- ja ennakkotarkas- telut sekä tietomallintamisen hyödyt saadaan todennettua.

Tietomallien tarkkuus sovitaan suunnittelijakohtaisesti ennen suunnittelutyön aloittamista. Sopimus kattaa koko suunnitteluprosessin ja sovituista asioista pidetään kiinni koko hankkeen ajan. Suunnittelijat ja tilaaja sopivat mahdollista muutostöiden suunnittelusta, tietomallin hyödyntämisestä ja jatkokäytöstä, tietomallin kustannuksista sekä omistus- ja käyttöoikeudesta.

Tietomallien avulla työskentelyssä on pidettävä mielessä tietomallintamisen käyttötarkoitus. Hanke- ja yleissuunnitteluvaiheessa tietomallintaminen suoritetaan mahdollisimman abstraktisti ja yksinkertaisesti. Kevyellä tietomallilla on helppo suorittaa useat arkkitehtoniset vaihtoehtotarkastelut, simuloinnit, visualisoinnit, toiminnalliset tarkastelut, elinkaarikustannukset, kustannusvertailut ja rakennettavuuden arviointi. Pääasiana ovat korkeatasoinen arkkitehtuuri, tietomallin sisältämä tieto ja projektin osapuolten tietotarpeet.

Toteutus- ja tuotantosuunnitteluvaiheessa korostuu suunnitteluprosessin alkupään merkitys. Hyvin johdettu suunnitteluprosessi antaa lisäaikaa toteutuksen vaatiman tiedon syöttämiseen yhdistelmä tietomalliin. Yhdistelmä tietomalli on tietomalli, jossa yhdistetään kaikkien suunnittelijoiden tietomallit kokonaisuuden tarkastelua varten. Suunnitteluprosessille päätetään suunnittelukokouksessa tietomallien julkaisuajankohdat. Julkaisuajankohdissa tiedetään tietomallin tarkkuus- ja valmiustaso, jolloin suunnittelijat voivat hyödyntää toistensa tietomalleja oman työnsä lähtöaineistona.

Perinteisessä suunnittelussa suunnittelutiimin osapuolet ovat tulleet mukaan suunnitteluprosessiin varsin myöhäisessä vaiheessa, jolloin kaikkien suunnittelijoiden ammattitaitoa ja näkemyksiä ei ole päästy hyödyntämään täysipainoisesti. Tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa rakennesuunnittelija ryhtyy suunnittelemaan ”alustava rakennesotietomalli”-prosessivaiheessa. Rakennesuunnittelijan varhaisempi osallistuminen antaa paremmat edellytykset laatia koko rakennusta koskeva staattinen tietomalli. Hyvä ja perusteellinen suunnittelu vähentää virheiden määrää ja parantaa rakennuksen turvallisuutta.

Tietomallipohjaisessa prosessissa pyritään muodostamaan projektitiimi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa koko suunnittelutiimi aloittaa tietomalliprosessin samaan aikaan arkkitehdin kanssa. Näin hyvän suunnittelun hyödyt saadaan parhaiten esille. Mallintamisen aloittaa suunnittelijoista ensimmäisenä arkkitehti, muut suunnittelijat toimivat konsulttina arkkitehdin työlle. Asiantuntijaroo-

lissa oleva suunnittelija on arvokas konsultti tietomallintavalle suunnittelijalle. (ProIT Tietomallintaminen rakennushankkeessa – yleiset periaatteet, s. 11–12)

2.1 Projektinjohtorakentaminen Lemcon Oy:ssä

Lemcon Oy on merkittävä kansallinen ja kansainvälinen projektirakentaja. Kotimaassa yhtiön painopisteet ovat projektinjohtourakointi ja infrarakentaminen. Kansainvälisen toiminnan painopisteet ovat Euroopassa, Aasiassa sekä Pohjois- ja Etelä-Amerikassa. (Lemminkäinen Oyj Vuosikertomus 2006, s.14)

Projektinjohtorakentamisella tarkoitetaan hankkeen järjestämismuotoja, joissa ammattimainen projektinjohtourakoitsija johtaa hanketta läheisessä yhteistoiminnassa tilaajan kanssa. Projektinjohtourakassa toteutussuunnittelu, hankinnat ja rakentaminen limitetään jakamalla rakennustyö hankintapaketteihin, jotka kilpailutetaan suunnitteluprosessin edetessä.

Projektinjohtototeutuksen tavoitteena on lyhentää hankkeen kokonaiskestoja, parantaa suunnitelmien joustavuutta, ohjata ja alentaa kustannuksia sekä erityisesti mahdollistaa todelliset hinta- ja laatuvalinnat. (Kruus et. Al. 2006, s. 11)

Perinteinen rakentamisen toimintatapa perustui olettamukselle, että rakennusurakka on kolmijalkainen; rakennuttaja maksoi, suunnittelijat suunnittelivat ja rakennusliike toteutti urakan. Rakentaminen oli paikalla rakentamista, käsityötä, johon rakennusliikkeillä oli omat ammattimiehensä ja koneensa. Rakennusliikkeiden hinnoittelu perustui omien resurssien hinnoittelulle, aliurakoitsijoiden käyttö oli hyvin vähäistä.

Rakentaminen kuitenkin kehittyi ja hankkeisiin osallistuvien ammattilaisten määrä moninkertaistui. Suunnittelu muuttui monitahoiseksi erikoissuunnitteluksi ja yhden pääurakoitsijan rinnalle ilmestyivät monet muut urakoitsijat, kuten talotekniikka-urakoitsijat.

Pienempien urakoitsijoiden ohella, myös pääurakoitsijan rooli muuttui. Pääurakoitsija ryhtyi myymään ja hinnoittelemaan muiden työtä. Kehitys ei ole hidastunut, eikä lakanut. Vuosikymmenien aikana rakennusurakan sidosryhmien määrä on lisääntynyt, toinen toisiltaan palveluja ostavien urakoitsijoiden lukumäärä kasvanut, toinen toistaan valvovien tahojen ketju pidentynyt ja erityisesti kilpailu laadusta urakoitsijoiden kesken koventunut. Samaan aikaan rakennushankkeiden tilaajat ovat ryhtyneet vaativammiksi ja tietoisemmiksi tilaamastaan tuotteesta. Haasteen muodostavat massiivisemmiksi, mo-

nipuolisemmiksi ja monimutkaisemmiksi muuttuvat projektit. Hankinta- ja sopimussuhteiden verkosto on muuttunut mukautumiskyvyttömämmäksi, kun samaan aikaan markkinat vaativat joustavuutta ja mukautumiskykyä. Projektinjohtourakointi on tullut entistä vahvemmaksi vaihtoehdoksi toteuttaa rakennusurakka, mutta myös se on joutunut kiivaan kehityksen eteen.

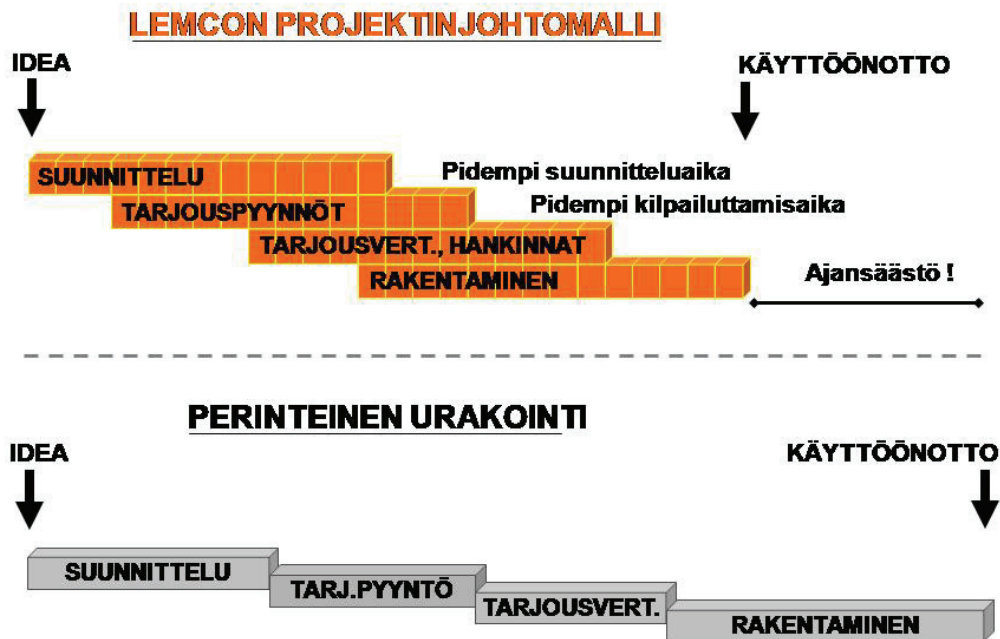
Nykyään myös rakennuttajan tarkoitusperät ovat muuttuneet. Rakennuttajan on pakko määritellä ensimmäisenä rakennushankkeensa tarkoitusperä. Rakennuttajan tulee pohtia, mikä tuottovaatimus tai tehtävä asetetaan rakennusinvestoinnille ja millä strategialla se pyritään täyttämään. Erityisen haasteellisen päätöksenteosta tekee se, että päätöksenteossa ja ratkaisuissa on otettava huomioon kestävän kehityksen asettamat vaatimukset. Päätöksenteko nojautuu pitkälti olettamuksiin, mitä tulevaisuudessa tulee tapahtumaan. Strategian valinnalla pyritään erottumaan, kilpailuetua haetaan erilaisista toimintatavoista. Toteutustavan valinta on yksi tärkeimmistä kilpailuedun aseista.

Projektinjohtototeutuksessa rakennuttaja pyrkii hankkeen läpäisyajan lyhentämiseen ja kustannustavoitteidensa saavuttamiseen hankkimalla projektinjohtoyrityksen verkottamaan eri suunnittelijaosapuolten panokset suunnittelunohjauksella, sekä ohjaamaan, aikatauluttamaan ja valvomaan hankkeen toteutusta. Projektinjohtototeutus vaatii rakennuttajalta enemmän nopeaa päätöksentekoa. Vastapainoksi projektinjohtototeutus tuo enemmän ohjausmahdollisuuksia, siirtää päätöspisteitä hankkeessa myöhempään vaiheeseen ja antaa enemmän valintamahdollisuuksia hankkeen edetessä.

Rakennushanke käynnistyy projektinjohtototeutuksessa varhaisemmin, kuin perinteisessä rakennusurakassa. Käynnistämiseksi tilaajan täytyy mahdollisimman aikaisessa vaiheessa saada täsmällistä tietoa hankkeen kustannuksista ja aikatauluista. Heti kun tilaaja antaa investointi-ideansa projektinjohtourakoitsijalle, käynnistetään projektisuunnittelu. Projektinjohtourakoitsija tutkii, kuinka hanke on mielekkäintä toteuttaa, laskee projektiin tarvittavan ajan ja laatii kustannusarvion.

LEMCON®

SÄÄSTÄÄ AIKAA



Kuva 1 Lemcon Oy:n projektinjohtomallin lyhyt kuvaus. (Lemcon Projektinjohto)

Projektisuunnittelu suoritetaan samanaikaisesti arkkitehtisuunnittelun ja muun suunnittelun kanssa. Yhteistyö on siis tiivistä ja arviot aikatauluista ja kustannuksista perustuvat täsmälliseen ja tuoreeseen tietoon. Projektisuunnittelu tuottaa tilaajan päätöksenteon pohjaksi luotettavan suunnitelman projektin toteutuksesta.

Projektinjohtototeutuksen etu on, että rakennuttaja pystyy koko ajan vaikuttamaan rakennushankkeeseen. Rakennuttaja voi muuttaa mieltään tarkistettuaan suunnitelman kustannusarviot. Koska suunnittelu ei ole projektisuunnitelman valmistuessa vielä edenneet loppuun, voi projektisuunnittelun tuottama kustannus- ja laatutieto opastaa ja yhä vaikuttaa suunnitelmiin. Tätä kutsutaan suunnittelunohjaukseksi.

Kun rakennuttaja on valmis tekemään rakentamispäätöksen, on valmiina tietopaketti, joka sisältää hankkeen toteutustavan aikatauluineen ja tavoitebudjetin.

Projektinjohtourakoitsija vastaa suunnittelun ohjauksesta, hankinnoista ja toteutuksesta, työmaasta, aikatauluista ja sovitusta budjetista. Projektinjohtourakoitsija huolehtii projektisuunnittelussa, kun hankkeen tilaaja on kuvaillut tarpeensa ja tavoitteensa. Projek-

tinjohtourakoitsija tutkii, kuinka hanke kannattaa toteuttaa ja projektisuunnittelu tuottaa mm. projektin kustannusarvion ja aikataulutiedon.

Mikäli rakennuttaja päätyy projektin käynnistämiseen eli hankepäätökseen, projektinjohtourakoitsija kilpailuttaa aliurakat ja toimittajat. Urakkasopimukset tulevat tarjouspyyntökierroksen ja tarjousvertailujen jälkeen rakennuttajan hyväksyttäväksi.

Työmaalla projektinjohtourakoitsija toimii rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaisen päätoteuttajan vastuun puitteissa ja suorittaa päätoteuttajan tehtävät työmaalla. Projektinjohtourakoitsija suhteuttaa koko ajan projektin etenemistä ja toteutuneita kustannuksia suunniteltuun aikatauluun ja tavoitebudjettiin, raportoi seurannasta täsmällisesti tilaajalle. Seuranta on tärkeä väline projektin ohjaamiseen, jotta rakennushankkeessa päästään aiottuihin tavoitteisiin.

Projektinjohtourakka on yleensä rakennushankkeen läpimenon suhteen nopeampi toteutustapa kuin muut urakkamuodot. Itse rakennustyötä ei voi määränsä suhteen enempää nopeuttaa, kuin tavallisestikaan. Projektinjohtototeutuksen tehokkuus perustuu suunnittelun ja rakentamisen limittämiseen.

Projektinjohtourakoitsija huolehtii, että toteutussuunnittelu etenee suunnitelmapaketeittain, sitä mukaa kun tilaajan tarpeet varmistuvat. Hanke jaetaan toteutuksen kannalta lohkoihin, kilpailutetaan ja toteutetaan sitä mukaa, kuin suunnittelu etenee. Toteutuksen vaiheittainen aloittaminen perustuu siihen, että esimerkiksi mikään ei estä liikerakennuksen perustöiden tekemistä, vaikka rakennuttajan viimeisiä päätöksiä tulevien käyttäjien erikoistarpeista ei tiedettäisikään.

Projektinjohtototeutuksessa hankkeen kustannuksia seurataan jatkuvasti. Hankkeen hinta koostuu tilaajan tekemistä valinnoista, joita tehdään rakentamisen edetessä. Rakennushankkeessa harvoin pyritään vain halvimpaan kuviteltuun hintaan, vaan kestävän kehityksen ja markkinoiden kysynnän mukaiseen varustelutasoon. Projektinjohtototeutuksessa kustannustietoa saadaan projektista koko ajan, jolloin rakennuttaja voi tehdä muutoksia ja päätöksiä tavoitteisiinsa. Rakennuttajan tarkoitusperä rakennushankkeessa ei ole pelkästään hinta tai tietyn hintainen rakennus. Päämäärä on ratkaista, millä laatu- ja hintatasolla saavutetaan rakennusinvestointi, joka takaa varhimmat tuotot rakennuksen elinkaaren aikana.

Suurille rakennushankkeille ei voida antaa kiinteää hintaa. Kiinteä hinta tarkoittaa käytännössä sitä, että rakennusurakoitsija sitoutuu pystyttämään tilatun rakennuksen sekä

kantamaan rakentamisesta koituvan taloudellisen riskin. Taloudellisen riskin minimoimiseksi hankkeesta suoritetaan varsin tarkkoja määrälaskentaan perustuvia kustannusarvioita. Rakennuttajalle tämä merkitsee käytännössä sitä, että muutoksia ja valintoja ei saa myöhemmin tehdä tai muutoksille lasketaan erikseen hinta, joka lasketaan jo sovitun kiinteän hinnan päälle. Käytännössä kiinteä hinta ei siis ole kiinteä hinta tai muutenkaan järkevä hinnoitteluperiaate. Projektinjohtototeutuksessa pyritäänkin hinnoittelu tekemään suunnittelupaketteihin perustuvien hankintapakettien ja suunnitteluratkaisujen perusteella, vertailemalla eri vaihtoehtoja. Taloudellinen vastuu jää aina loppupelissä rakennuttajan harteille, joten on rakennuttajan etujen mukaista säilyttää päätösvalta toteutuksesta heillä.

Rakennusprojekti koostuu panoksista; tietyistä määristä materiaalia ja työtä. Näitä resursseja ostetaan markkinoilta ja markkinat määräävät kulloinkin panoksien hinnan. Kustannukset arvioidaan ammattitaidolla perustuen määrätietoon. Rakentamisen toteutuksessa kustannukset sidotaan suhteessa valmiiseen työhön ja suoritetaan toteumaseurantaa. Rakennushankkeen budjetissa ei pysytä laskemalla, vaikka laskentaperuste olisi kuinka tarkka tahansa. Hanketta on ohjattava tavoitebudjettiin aktiivisilla ja jatkuvilla toimenpiteillä. Toteutustapaa valittaessa on huomioitava, että toteutustapa sallii ohjauksen. Projektinjohtourakkamuoto tuo projektiin tärkeän budjettityökalun eli valinnan, myös projektin toteutusvaiheen edetessä.

Toimitilarakentamisen ongelmana on, että tilan lopulliset käyttäjät ja heidän vaatimuksensa eivät ole välttämättä rakennuttajan tiedossa vielä silloin, kun rakennustyöt pitäisi käynnistää. Tavallisesti toimitilarakentamista viivästyttääkin viimeistelytietojen puuttuminen. Tiedon vajavaisuus loppukäyttäjän suhteen luokitellaan haasteen erityisesti siksi, että erilaisten käyttäjien moninaiset erikoistarpeet voivat merkittävästi vaikuttaa lopullisen investoinnin onnistumiseen ja budjettiin. Toimitilaliiketoiminnassa rakennus on yritykselle kilpailutekijä, jolloin toimitilan arkkitehtuurista muodostuu osa yrityksen imagoa. Arkkitehtuurin näkökulmasta suuri toimitilarakennus on rakennetun ympäristön tekijä, joka pitää sovittaa ympäristöön. Parhaassa tapauksessa toimitilarakennus tarjoaa omistajalleen ja käyttäjälleen lisäarvoa sekä edustaa hyvää rakentamista.

Projektinjohtototeutus eliminoi toimitilarakennuttajan tavallisimmat ongelmat mahdollistamalla hankkeen käynnistämisen jo ennen lopullisten käyttäjien valintaa ja mahdollistamalla joustavan päätöksenteon ja valinnat hankkeen toteutusvaiheessa. Merkittävää

on, että rakennuttaja voi perustaa päätöksentekonsa todelliseen tietoon eri vaihtoehtojen todellisista kustannusvaikutuksista.

Rakennuttajalle on erityisen tärkeää investoinnin onnistumisen kannalta tulevan rakennuksen hinta-laatusuhde, arkkitehdille korkeatasoinen arkkitehtuuri. Kiinteistösijoittajan on oltava vuorovaikutuksessa arkkitehdin kanssa koko hankkeen ajan, jotta suunnittelijalle on selvää, mihin hintaa ja laatua sijoitetaan; käytetäänkö maalattua peltiä vai patinoitua kuparia. Oleellista on, että kiinteistösijoittaja voi tehdä päätöksensä, kun on saanut siihen tarvittavat lähtötiedot ja on päätöksentekoon valmis. Suuri etu syntyy siitä, että tehtyjen päätösten vaikutuksia voidaan verrata helposti lopullisiin kustannuksiin.

Projektinjohtotietomallin suosio kasvaa jatkuvasti tilaajien keskuudessa ja syyt siihen ovat selkeät:

- avoimet ja luottamukselliset suhteet tilaajan ja projektinjohtourakoitsijan välillä
- muutosjousto rakennusprojektin toteutuksen aikana
- optimoidut kustannukset; tilaaja maksaa vain todelliset kustannukset, ei toteutumattomia riskejä
- projektien nopeat toteutusajat

Lemcon Oy pyrkii projektinjohtomuodollaan takaamaan asiakkaalle edellä mainitut tavoitteet ja sitä kautta sitouttamaan asiakasryhmäänsä paremmin elinkaariajatteluun ja dynaamiseen yhteistyöhön. (<http://lemcon.fi>, Projektinjohto. Lemcon Oy 2006) Tietomallien käyttö tukee asiakaslähtöisyyttä.

Lemcon Oy:n tavoite säilyttää kilpailuetu niin kotimaisilla kuin kansainvälisillä areenoilla pohjautuu

- haluun kehittää uusia toteutusmalleja
- sitoutumiseen yhteisiin tavoitteisiin asiakkaan kanssa
- yrityksen kykyyn uusiutua markkinoilla

Näillä eväillä kyetään tuottamaan lisäarvoa asiakkaalle, mikä merkitsee pysyvää asiakaskumppanuussuhdetta. (Lemcon Oy 2006)

2.1.1 Tietomallintamisen tavoitteet projektinjohtourakoinnissa

Projektinjohtourakoitsija pyrkii tietomallintamisella osapuolten tiiviiseen ja tuottavaan yhteistoimintaan. Tietomallien käytöstä halutaan löytää erityisesti rakennushankkeen tilaajalle ja kiinteistön käyttäjälle koituvia hyötyjä. Rakennuksen malleilla halutaan palvella paremmin asiakasta. Projektinjohtourakoitsija pyrkii tuottamaan merkittävää lisäarvoa rakennushankkeen asiakkaalle tietomallintamisen avulla.

Rakennuksen tietomallia voidaan käyttää läpi koko rakennuksen elinkaaren. Vastuullinen projektinjohtourakoitsija haluaa olla tekijänä kaikissa rakennuksen elinkaaren vaiheissa ja varmistaa siten palvelukonseptinsa perusteellisuuden asiakkaan näkökulmasta.

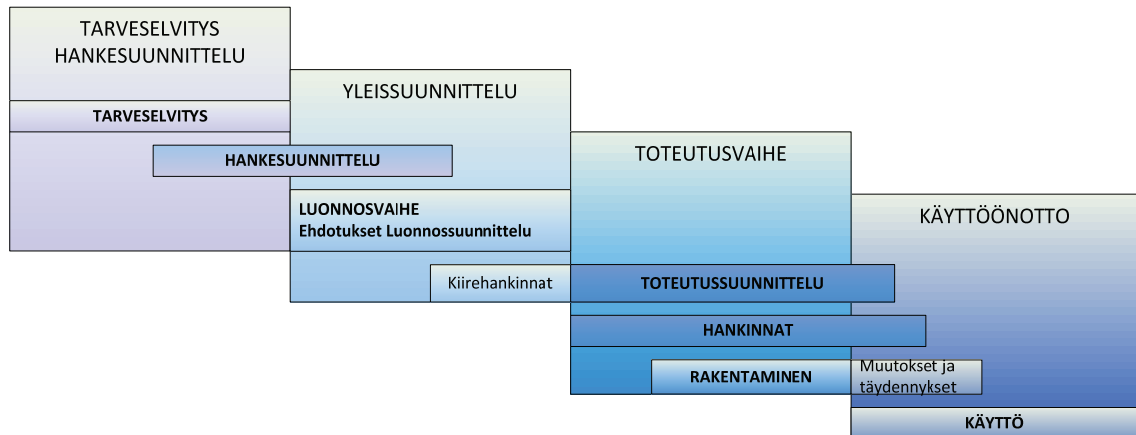
Tietomallien avulla pyritään ohjaamaan tehokkaasti suunnittelutiimiä suunnitteluvaiheessa ja toteutusvaiheessa, ohjaamaan ja johtamaan työmaan toteutusta rakennusvaiheessa sekä tuottamaan tarvittaessa tiedot rakennuksen ylläpitovaiheeseen. Kokonaisuutena tietomallien käytöllä pyritään tehostamaan projektinhallintaa ja asiakkaan paremmalla palvelulla saavuttamaan kilpailuetua. Tietomallipohjaisella projektinjohtomallilla pyritään jatkossa parantamaan kotimaisten yritysten asemaa myös kansainvälisillä markkinoilla.

2.2 Elinkaarihallinta rakennusprojektissa

Rakennuksella on erilaisia elinkaaria, riippuen siitä, mitä elinkaarella kuvataan. Rakennuksen kesto valmistumisesta purkamiseen muodostaa fyysisen elinkaaren. Tekninen elinkaari muodostuu aikavälille valmistumisesta peruskorjaukseen. Rakennuksen toiminnallinen elinkaari tulee kysymykseen, kun peruskorjaus johtuu toiminnallisista muutostarpeista. Taloudellista elinkaarta tarkasteltaessa laskenta-aika on taloudellinen elinkaari. (Tuominen, s.26) Tässä diplomityössä elinkaaritarkastelu rajautuu taloudelliseen elinkaareen ja fyysiseen elinkaareen.

2.2.1 Lähtökohtia

Projektinjohtourakoissa hankevaiheet eivät erotu toisistaan selkeisiin vaiheisiin. Rakennushankkeen vaiheita kuvaa erittäin hyvin vaiheittain täydentyvä limitetty hanketietomalli. Hankesuunnitelma on tavallisesti keskeneräinen, kun yleissuunnittelu aloitetaan. Tämä johtuu siitä, ettei kaikkia loppukäyttäjiä ole tiedossa eikä siksi voida jäsenellä yksilöityjä tilavaatimuksia. Täydentyvä limitetty hanketietomalli palvelee tilaajaa, koska se sallii joustavan päätöksenteon rakentamisen aikana. Rakennusta ei suunnitella yksityiskohtaisesti yhdelle valitulle käyttäjäryhmälle vaan loppukäyttäjät hankitaan projektin aikana. Suunnitteluprosessissa suunnitellaan joustavaa tilaa muuntuviin tarpeisiin ja rakennusprosessi joustaa suunnitelmien täydentyessä. (Kruus et Al. s. 13)



Kuva 2 Vaiheittain täydentyvä limitetty hanketietomalli. (Kruus et. Al. 2006)

Elinkaariajattelu on tullut tietomallipohjaisen suunnittelun rinnalla yhdeksi tärkeimmistä tavoitteista rakennussuunnittelussa. Jotta elinkaariajattelu voidaan ottaa huomioon suunnittelussa, tarvitaan suunnitteluprosessiin muutoksia. Nämä muutokset sisältävät tietomallintamisen suunnittelumenetelmänä.

Tietomallintamisen avulla voidaan analysoida, määritellä ja optimoida rakennusten ja rakenteiden teknis-taloudelliset elinkaariominaisuudet. Menetelmiä voidaan hyödyntää niin uudisrakentamisessa kuin lisääntyvässä ylläpito-, korjaus- ja muutosrakentamisessa.

Tietomallipohjainen elinkaariajattelu käsittää rakennusten ja rakenteiden suunnittelun kaikkia elinkaaren vaiheita varten. Tätä suunnittelua kutsutaan nimikkeellä ”integroitu elinkaarisuunnittelu”. Tässä diplomityössä keskitytään rakennuksen elinkaarivaiheisiin, jotka ovat:

- suunnittelu
- rakentaminen
- käyttö ja ylläpito
- kunnossapito
- korjaukset
- muutokset ja modernisointi

Rakennusten ja rakenteiden elinkaarisuunnittelu on tarkoitettu talonrakennuksen rakennetekniseen käyttöön, infrastruktuurirakenteisiin sekä talotekniikkaan. Elinkaarisuunnittelua voidaan soveltaa rakennuttajien ja rakennusliikkeiden rakennuskonseptikehityksessä, sekä rakennustuoteteollisuuden järjestelmä- ja tuotekehityksessä.

Rakennusprojektin osapuolet tekevät valintoja ja päätöksiä elinkaarisuunnittelun kautta saatavan tiedon avulla. Elinkaarilaatuun yhdistettyjen teknis-taloudellisten kriteerien avulla elinkaarisuunnittelu johtaa rakennusteollisuuden muutokseen. Rakennustuottei-

den ja kokonaisvaltaisten rakennuskonseptien kehittämisessä on jo nyt potentiaalia säävuttaa tärkeitä kehitystoimenpiteitä.

2.2.2 Elinkaaritalouden merkitys

Rakennushankkeessa tarvitaan hankkeen ennakoarvioita useassa eri vaiheessa. Ennakotietoa hyödynnetään kustannusarvioissa, budjettien laadinnassa, tarjouspyynnöissä, kassavirta-analyyseissä, lopullisissa kustannuslaskelmissa sekä elinkaaritalouden laskelmissa. (Ashworth & Hogg 2000, s. 54) Suuri osa kustannusarvioista ja – laskelmista keskittyy rakennushankkeen toteutuksen kustannuslaskentaan. Paljon suurempi osuus rakennuksen kokonaishinnasta muodostuu kuitenkin sen elinkaaren aikana. Ongelman elinkaaritalouden laskennassa muodostaa tulevan ennakoimattomuus. Päähyöty elinkaaritalouden huomioimisessa ei ole laskennan tarkkuus. Elinkaaritalouden huomiointi auttaa tekemään nyt oikeat taloudelliset päätökset.

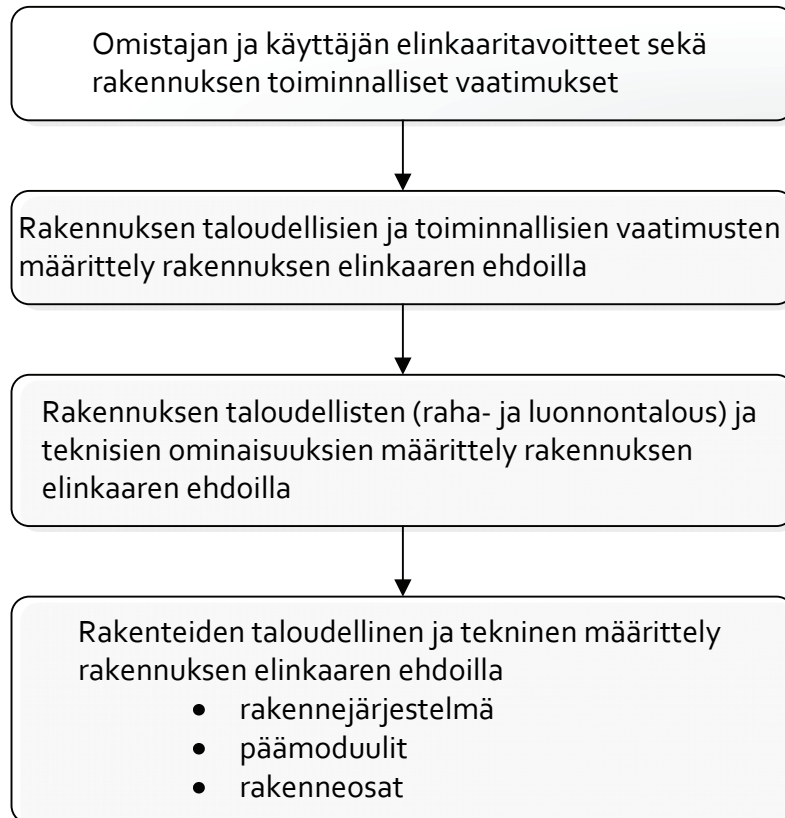
Allan Ashworth määrittelee teoksessaan rakennuksen elinkaarelle seitsemän päävaihetta. Päävaiheissa esitetään tärkeimmät elinkaaritalouden laskentavaiheet.

Taulukko 1 Rakennuksen elinkaarikustannukset. (Ashworth 1999)

Elinkaarivaihe	Kuvaus	Kustannusseuraus
Vaatimusmäärittely	Asiakkaan toimeksianto ja vaatimusten listaus	Alkupanokset
Suunnittelu	Rakennuksen suunnittelu tarpeiden ja vaatimusten pohjalta	Kustannusseuranta ja eri suunnitteluratkaisujen vertailu
Rakentaminen	Toteutusvaihe	Hankintatoimi ja rakentamisen kustannukset
Rakennuksen luovutus käyttäjälle	Rakennus luovutetaan käyttäjälle	Rakentamisen lopulliset kustannukset
Ylläpito	Rakennuksen käyttö	Toistuvat kustannukset johtuen huollosta, ylläpidosta ja korjauksista
Muutos	Rakennuksen laatutason ylläpito	Suurten muutosten kustannukset
Suuri peruskorjaus (tai purku)	Suuren muutoksen tai käyttötavan arviointi	Muutoskustannukset

Elinkaarilaatua määrittelevät ja ohjaavat rakennuksen teknis-taloudelliset elinkaariominaisuudet elinkaarisuunnittelussa.

Integroidulla elinkaarisuunnittelulla on neljä päävaihetta. Suunnittelun ominaisuuksien määrittelyosa käsittää pääosat 3-5 edellä mainitun luettelon mukaisesti.



Kuva 3 Rakennuksen elinkaaren ominaisuusmäärittelyjen eteneminen omistajan ja käyttäjän vaatimuksista rakenteiden teknisiin spesifikaatioihin.

Suunnitteluprosessin vaiheet ja osapuolet voidaan yksinkertaisesti esittää taulukkomuodossa, joka selventää tietomallintamisen vaiheen sekä keskeiset osapuolet. Prosessin vaiheet voidaan yhdistää tietomalliprosessin tietomallinnusvaiheeseen ja tuotettavaan tietomalliin.

Riippuen tietotarpeesta ja tietosisällöstä saadaan tulosteille keskeiset sisällöt ja painopisteet. Asian selkeyttämiseksi se esitetään taulukkomuodossa.

Rakennusteollisuuden tavoitteena on ollut aikaansaada toimivia rakennusten suunnittelutiimejä. Tietomallintamisen avulla saadaan aikaan äärimmäisen vuorovaikutteista

suunnittelua arkkitehtien, rakennesuunnittelijoiden ja talotekniikan suunnittelijoiden kesken.

Suunnittelijalla on tietomallintamista hyväksikäyttäen erinomaiset edellytykset varmistaa elinkaarisuunnittelun keskeisinä vaatimuksina olevat yhteensopivuudet:

- rakennejärjestelmän yhteensovitus tilasuunnitteluun ja talotekniikkasuunnitteluun
- tilojen ja talotekniikan usein toistuvien muutosten rakennetekniset edellytykset, kuten sisäseinien siirrettävyys ja reititykset talotekniikan muutoksia varten

Elinkaarisuunnittelun keskeiset tehtävät, joihin rakennuttaja- ja suunnittelijatiimi voivat yhdessä osallistua, ovat:

- investointisuunnittelu
- elinkaarisuunnittelun vaatimusmäärittely (tavoiteominaisuudet)
- rakennuksen elinkaaren budjetin arviointi ja optimointi tila-, rakenne- ja laitejärjestelmien vaihtoehtojen simuloinnin avulla
- rakennuksen elinkaaren energiatalouden optimointi simuloimalla eri energiankulutustasojen mukaisten vaihtoehtojen elinkaaren rahataloutta ja luonnontaloutta
- rakennuksen, rakenne- ja laitemoduulien suunnittelukäyttöikien määrittely sekä optimointi elinkaaren raha- ja luonnontalouden, käytettävyyden ja teknisen toimivuuden näkökulmista
- rakenteiden yksityiskohtainen käyttöikämitoitus suunnittelukäyttöiän analyysien perusteella
- toteutusratkaisujen valinta
- elinkaarivaatimusten (pitkäaikainen käytettävyys, tekninen toimivuus, käyttöikä, elinkaarikustannukset, energiatalous, ekologia, terveellisyys, käyttömukavuus) sisällyttäminen urakkakyselyasiakirjoihin, alihankintakyselyihin ja – sopimukseen
- rakennuksen käyttö- ja huoltokirjan laatiminen

Kaikessa suunnittelussa sovellettavia elinkaarisuunnittelun erityisnäkökulmia ovat:

- muutosjoustavuus rakennesysteemin ja rakenneosien suunnittelussa
- uusiokäyttö ja kierrätysmahdollisuus rakennesysteemin ja rakenneosien suunnittelussa
- terveellisyys

Suunnittelijalla on rakennuksen turvallisuuden ja toimivuuden lisäksi myös muita tärkeitä vaatimuksia. Elinkaariajattelun näkökulmasta tärkeäksi muodostuvat kosteus- ja lämpötekniinen toimivuus, käyttöikäoptimointi ja -mitoitus sekä rakennuksen rakenteiden energiataloudellinen optimointi. Myös muiden suunnittelijoiden tarpeet tulee ottaa huomioon, kuten rakenteiden toiminnallinen ja valmistustekninen yhteensovitus talotekniikan kanssa.

Energiataloudellisen suunnittelun osuus kohdistuu keskeisesti rakennuksen vaippaan ja lämpöhäviöiden hallintaan. Rakennuksen tuotemalleista saatavia tietoja tarvitaan olo-

suhdeanalyysien lisäksi ympäristöhaittojen analysointiin. Ympäristöhaittoja seuraa rakennemassan lämpö- ja kosteusteknisestä toiminnasta sekä energian tuotosta.

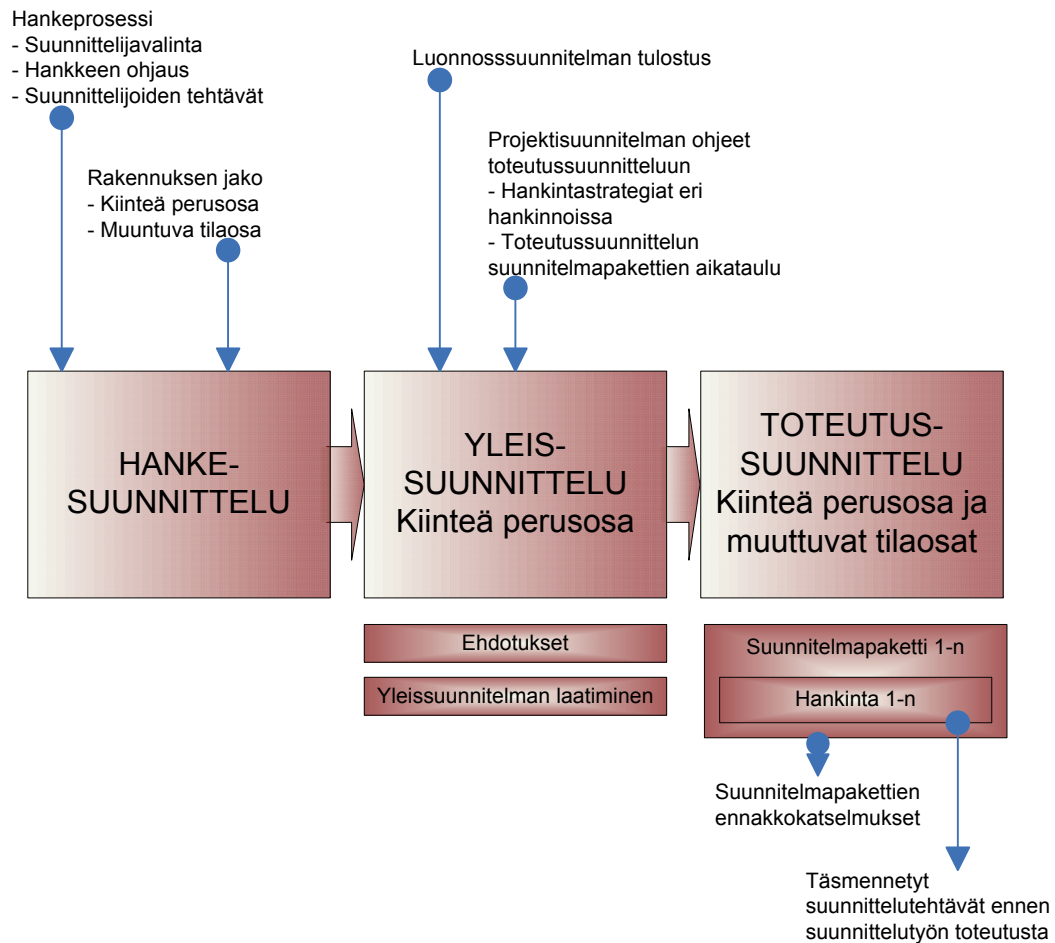
2.2.2.1 Suunnittelijan tehtävät elinkaarisuunnittelussa

Toimitilarakennuksen rakennushankkeen suunnitteluprosessin ongelmana on perinteisesti suunnitelmien toimituksen ja sisällön epäselkeä vaatimus, koska loppukäyttäjiä ei tiedetä. Perinteisellä tavalla suunniteltaessa ongelman luo suunnitelmien myöhästymisen, puutteellisuus ja virheellisyys. Rakennusurakoitsija suorittaa hankinnat suunnitelmien pohjalta, joten jatko-ongelmat hankintasuunnittelussa ja rakennustyömaalla ovat ilmeiset. (Kruus et. Al.) Tietomallipohjainen suunnittelu mahdollistaa suunnitelmien muutokset tiedon kumuloituessa. Muutoksiin voidaan reagoida nopeammin ja joustavammin.

Toteutuksen aikainen joustavuus suunnitelmamuutoksille on tärkeä tavoite projektinjohtohankkeissa. Perinteinen suunnittelutapa taipuu tähän hyvin huonosti. Tietomallipohjainen suunnitteluprosessi sen sijaan edesauttaa tavoitteen saavuttamista.

Käyttäjien suunnitelmamuutokset selviävät hankkeessa vähitellen. Tämä merkitsee käytännössä muutoksia jopa käyttöönottovaiheessa. Käyttäjälähtöiset suunnitelmamuutokset monimutkaistavat suunnitteluprosessia, mikä johtaa suunnitteluratkaisujen heikentymiseen, käyttöönottovaiheen haasteisiin ja viimekädessä aiheuttavat lisäkustannuksia rakennushankkeeseen. (Kruus et. Al. Rakennustieto)

Projektinjohtourakointi perustuu toteutussuunnittelun perusteella tehtäviin hankintoihin. Hankinnat ja rakentaminen suoritetaan suunnitelmien mukaan toteutettuina hankintapaketiteina.



Kuva 4 Suunnittelun ohjauksen keskeiset vaiheet ja tehtävät projektinjohtohankkeessa. (Kruus et. Al. Rakennustieto 2006)

Suunnittelijan tehtävät vaihtelevat rakennuskohteittain. Tehtävien vaativuus riippuu kohteen luonteesta, rakennusprojektin toteutusorganisaatiosta, osapuolten erikoistumisesta ja suunnittelijan taitojen monipuolisuudesta. Tietomallin hyödyntäminen oikein edesauttaa osaavan suunnittelijan tehokasta työskentelyä ja tuottaa lisäarvoa suunnitteluun.

2.2.2.2 Vaatimusluokittelu

Vaatimusluokitteluvaiheessa tilaaja-rakennuttaja ja käyttäjä-ylläpitäjä käyvät yhteistyössä läpi viisi vaatimusten määrittelyjaksoa.

- tarpeen tiedostaminen
- projektivaatimusten määrittely
- vaatimusten määrittely
- teknisten vaatimusten määrittely
- vaatimuslistan määrittely

Tarpeen tiedostaminen on vaihe, jossa kirjataan ylös kokonaisuuden tavoitteet ja projektin päävaatimukset, joiden tulee täytyä. Projektivaatimusten määrittely luo rajauksen investointipäätökselle ja elinkaaritiedon tavoitteille. Projektivaatimuksissa arvioidaan riskit ja riskien hallinta. Vaatimusten määrittelyssä määritellään tulevan rakennuksen toiminnan vaatimukset, käyttäjävaatimukset sekä laatutaso. Teknisissä vaatimuksissa otetaan kantaa rakennuksen elinkaarivaatimuksiin ja tavoitteisiin. Teknisten vaatimusten määrittelyssä on syytä käyttää asiantuntijoiden konsultaatiota. Vaatimusluokittelun lopuksi tuotetaan dokumentti, johon kaikki yllä olevat asiat on selkeästi kirjattu ja tämä dokumentti luovutetaan suunnitteluryhmälle lähdeaineistoksi. (Constructing the Future nD Modelling, Matthew Bacon, 2007 s. 229)

Nämä vaatimukset toteuttava suunnittelu, optimointi ja monitavoitteinen päätöksentekotapahtuu tehokkaasti tietomallien avulla. Tietomallien käyttö mahdollistaa entistä varmemman toiminnallisten, teknis-taloudellisten ja ekologisten ominaisuuksien huomioimisen suunnittelussa ja päätöksen teossa.

Elinkaaritekniisiä simulaatioita ja analyysejä käytetään suunnitellun rakennuksen ominaisuuksien tunnuslukuina suunnittelun eri vaiheissa. Tunnusluvut kuvaavat rakennuksen ominaisuuksia ja sen käyttövaatimuksia. Tärkeimpiä analyysejä ja simulaatioita ovat rakennuksen vaatimusluokittelu, rakennuksen suunnitteluiän määrittely sekä rakennusten, rakenteiden ja rakenneosien käyttöiän määrittely.

Rakennuksen omistaja, käyttäjä ja rakennuttaja suorittavat tavoitemäärittelyt suunnittelijoiden tuotemalleista saatavien analyysien tulosten perusteella. Tulokset toimivat suunnittelua ohjaavana tekijänä. Omistajan ja käyttäjän yhteiset tavoitteet toimivat käytettävyyssuunnittelun, teknis-taloudellisen suunnittelun sekä uudelleenkäytön ja kierrätyksen vaatimuksina. Täten muotoutuu elinkaarilaadun määrittely. (Asko Sarja 2003)

Vaatimusmäärittelyn ja suunnittelun keskeisiä tekijöitä ovat:

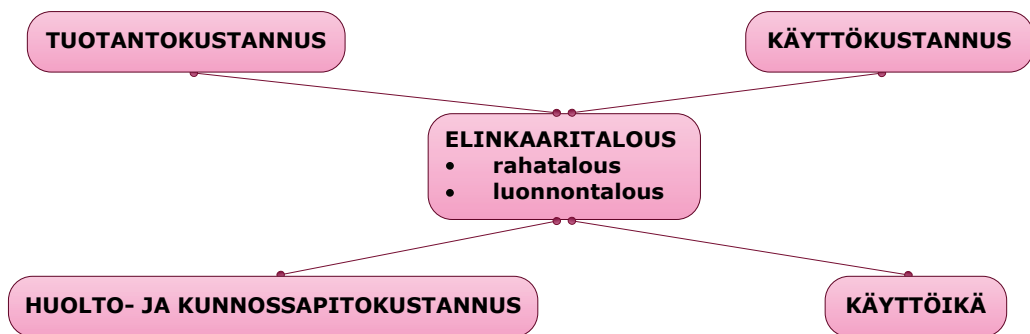
- elinkaaren ekologia ja energiatalous
- elinkaaren käytettävyysominaisuudet ja muuntojoustavuustaso
- elinkaaren rahatalous
- elinkaaren tekninen toimivuustaso
- suunnitteluikä
- turvallisuus- terveellisyys- ja viihtyisyystasot
- työympäristökehittäminen

2.2.2.3 Teknis-taloudellinen suunnittelu

Koko rakennushankkeen tärkein osa on rakennuksen ominaisuuksien määrittely. Rakennuksen ominaisuuksien määrittelyssä määräytyy pääosa tulevan rakennuksen tai rakenteen teknis-taloudellisista ominaisuuksista.

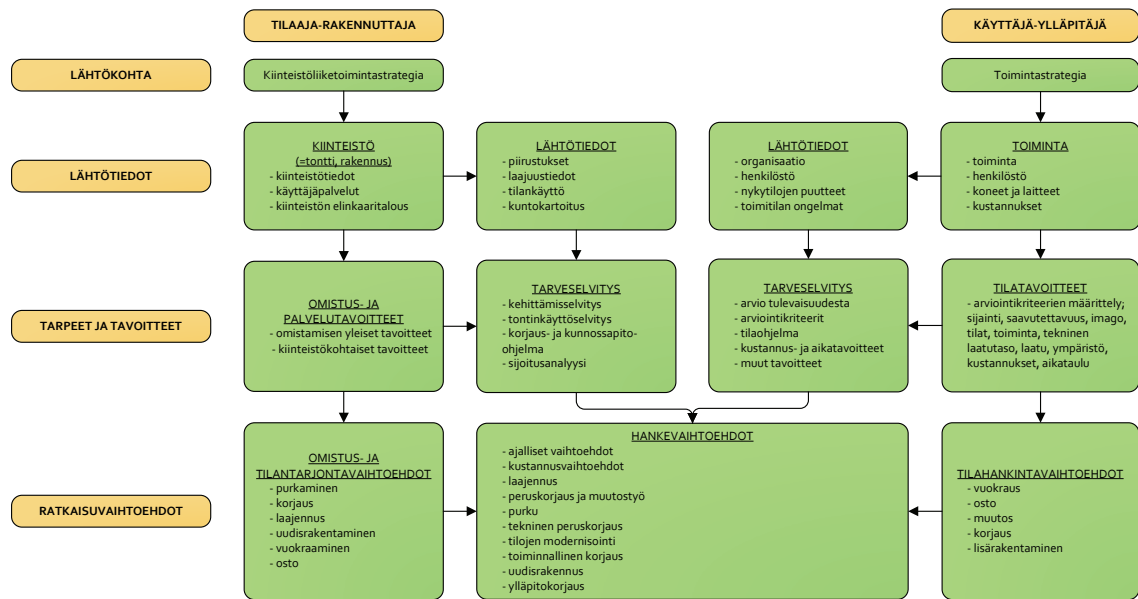
Tietomallien avulla pystytään ohjaamaan huomattavasti enemmän resursseja teknis-taloudelliseen suunnitteluun integroidussa elinkaarisuunnittelussa. Teknis-taloudellisessa suunnittelussa korostuu rakentamisen osapuolten integroitu yhteistyö. Rakentamisen osapuolia ovat omistaja, rakennuttaja, arkkitehti, rakennesuunnittelija, talotekniikkasuunnittelija, rakennusliike, tuotetoimittajat.

Teknis-taloudellisen suunnittelun osina toimivat vaatimusten ja näkökulmien päämuuttajat. Investointitalouden ja elinkaaritalouden vertailuissa, päätöksenteossa ja optimoinnissa toimivat elinkaaritalouden (rahatalous ja luonnontalous), käyttöikäsuunnittelun, sekä käyttömuutos- ja uudelleenkäyttösuunnittelun yhdistelmät. Nämä osat ovat keskenään voimakkaasti vuorovaikuttavia. (Asko Sarja, 2003)



Kuva 5 Eri ominaisuusluokkien vuorovaikutus elinkaaritalouden vaihtoehtojen vertailussa, valinnassa ja optimoinnissa. (Lähde: Sarja, Asko 2003)

Elinkaaritalouteen vaikuttavat voimakkaasti myös rakennuksen huollon ja kunnossapidon tarve. Huolto ja kunnossapito ovat elinkaaritalouden osia, jotka määräytyvät tuotteiden ja järjestelmien teknisistä ominaisuuksista. Tietomallipohjaisella suunnittelulla voidaan verifioida oikeiden valintojen teko sekä tukea päätöksentekoa valintoja tehtäessä. Tilaaja-rakennuttajalla on hyvin erilaiset lähtökohdat päätöksentekoon kuin käyttäjä-ylläpitäjällä. Tietomallien avulla molempia osapuolia tyydyttävään ratkaisuun päästään mallien visuaalisuuden ja kootun tiedonhallinnan avulla.



Kuva 6 Tilaaaja-rakennuttajan ja käyttäjä-ylläpitäjän yhdistetty tarvesuunnittelu prosessi. (Lähde: Rakennuttaminen 2004)

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa voidaan helposti määrittellä, mitkä elinkaarilaadun tekijät ovat oleellisia. Sen jälkeen vaihtoehtojen välinen valinta perustuu malleista saataviin analyysihin ja simulaatioihin, mitkä tukeutuvat elinkaarilaadun oleellisiin näkökulmiin ja vaatimusluokkiin.

2.2.3 Tietomallipohjainen suunnittelu

Tietomallipohjaisen rakennushankkeen suunnitteluprosessi käsittää neljä tietomallinnusvaihetta. Tietomallinnusvaiheissa tietomalli sisältää suunnitteluprosessin vaiheen kannalta oleellimmat tiedot. Mallintaminen mahdollistaa suunnitelmien kehittämisen hyvin pitkälle jo aikaisessa vaiheessa, joten on tärkeää huomioida tiedon määrän hallinta. Projektinjohtourakoitsijan näkökulmasta oleellista on suunnittelupaketien sisältö, sillä suunnittelupaketien perusteella projektinjohtourakoitsija ryhtyy tekemään omaa hankintasuunnittelua. Suunnitteluprosessi kuvataan diplomityön liitteissä prosessikaavion muodossa. Suunnitteluvaiheet voidaan peilata tietomallinnusvaiheisiin tietomallien tietosisältöjen kannalta:

- Tarveselvitys → vaatimusmalli
- Hankesuunnittelu → vaatimusmalli ja tilamalli
- Yleissuunnittelu → alustava rakennusosamalli
- Projektinjohtourakoitsijan projektisuunnittelu → rakennusosamalli
- Toteutussuunnittelu → tuoteosamalli

2.2.3.1 Tarveselvitys

Tarveselvitys on ensimmäinen rakennushankkeen suunnitteluvaihe. Rakennuttaja yhdessä käyttäjien ja omistajapuolen kanssa määrittää tarpeet tiloille. Arkkitehti aloittaa mallinnusprosessin visualisoimalla tiedostetun tarpeen ja alustavat tavoitteet vaatimusmalliksi.

Tilaaaja ja käyttäjä tekevät:

- nykytilan analyysin
- tulevaisuuden hahmottamisen
- toimintavaihtoehtomäärityksen

Tilahankinnan tarveselvitys-vaiheessa käydään läpi rakentamisen tarveselvitys ja uudisrakennuksen tarveselvitys. Rakentamisen tarveselvitys jakautuu kolmeen eri vaiheeseen:

- tavoiteasetanta
- tilanhankinta-vaihtoehtojen määrittäminen
- hankepäättöksen valmistelu

Tavoiteasetannassa määritetään kohteen

- laatu
- laajuus
- käyttö- ja investointikustannustavoite
- tilantarpeen aikataulu/ajankohta
- toiminnalliset vaatimukset
- sijaintitavoitteet ja -rajoitukset

Vaihtoehtojen valinnan perusteella arkkitehti suunnittelee vaatimusmallin. Vaatimusmallista saatavien tietojen avulla lasketaan elinkaarikustannukset tarkasteluun valituille vaihtoehdoille.

Tarpeiden ja tavoitteiden määrittelyn jälkeen aloitetaan hankepäättöksen valmistelu. Vaihtoehtovalinnoille suoritetaan vertailu. Vertailun tarkoituksena on tuottaa päätöksen tekoa tukevaa lähtöaineistoa. Vaihtoehdoille suoritetaan seuraavat analyysit:

- riskianalyysi
- herkkyysanalyysi
- suhdanneanalyysi
- ympäristövaikutusanalyysi

Tarkastelujen jälkeen valitaan paras vaihtoehto. Valitulle vaihtoehdolle tehdään tarveselvityksen kokoaminen ja hankepäättösesitys. Tilaaaja tekee lopulta hankepäättöksen. (Tietomallivaatimukset – Perusohje. Senaatti-kiinteistöt 2007.)

2.2.3.2 Hankesuunnittelu

Rakennushankkeen toinen suunnitteluvaihe on hankesuunnittelu. Hankesuunnittelun tavoitteena on määrittää, millainen talo rakennetaan ja mitkä ovat hankkeen perusteet ja toteutusmahdollisuudet.

Edellisen vaiheen osapuolien (tilaaja-rakennuttaja ja käyttäjä-ylläpitäjä) lisäksi vaiheeseen osallistuvat arkkitehti ja tarpeen mukaan konsultoidaan myös muiden alojen suunnittelijoita. Arkkitehti suunnittelee suunnittelun lähtötietojen perusteella tilaryhmämallin ja jalostaa tilaryhmämallin tarkentuneiden tavoitemäärittelyiden jälkeen tilamalliksi. Arkkitehdin tietomallien perusteella suoritetaan vaihtoehtotarkastelut ja tuotetaan tietoa päätöksentekoprosessia varten.

Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan rakennushankkeen pääpuitteet. Pääpuitteilla tarkoitetaan hankkeen laajuutta, laatutasoa sekä kustannustavoitetta. Hankesuunnitteluvaiheessa pyritään pohtimaan tulevan käyttäjän ylläpitotarpeita ja tilatarveajoitusta. Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään pääkehyksen lisäksi rakennuspaikka ja hankkeen toteutustapa.

Hankesuunnittelun aikana valmistellaan investointipäätöstä. Investointipäätöstä varten kootaan hankesuunnitelma. Hankesuunnitelmaan liittyy riski- ja kannattavuusanalyysit. Riski- ja kannattavuusanalyysillä varmistetaan rakennuksen tulevat tuotot vs. perustamis-, ylläpito- ja toimintakustannukset. Analyysien pohjalta pohditaan hankkeen hyötyjä ja arvoa sijoittajan näkökulmasta, jonka jälkeen hankkeelle hankitaan rahoitus.

Hankesuunnittelun tuloksena saadaan lista rakennushankkeen eettisistä ja taloudellisista tavoitteista, jotka Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimusten mukaan ovat:

- eettiset tavoitteet
- ekologiset tavoitteet
- hankeaikataulu
- rakennushankkeen budjetti
- rakennushankkeen laajuustavoitteet
- toiminnalliset tavoitteet
- ylläpitotaloudelliset tavoitteet
- (Tietomallivaatimukset 2007. Senaatti-kiinteistöt)

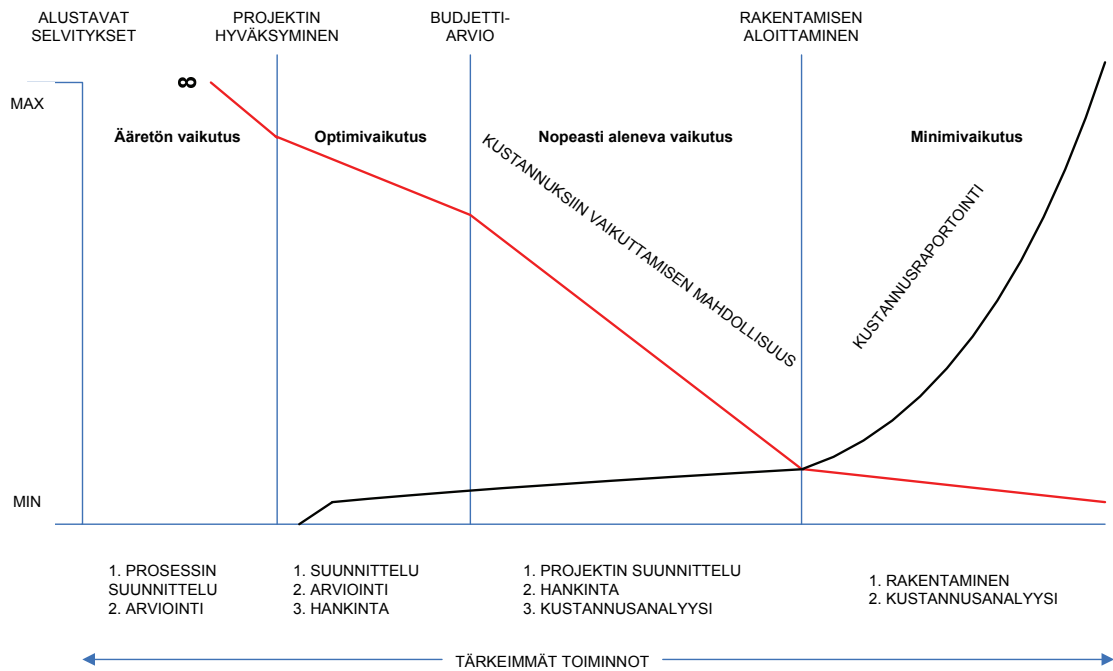
Projektinjohtorakentamisessa hanke- ja ehdotussuunnittelu etenevät usein rinnakkain. Hyvän suunnittelun merkitys korostuu rakennusurakan loppuvaiheessa täsmällisenä aikatauluna ja nopeana toteutuksena. (Kruus 2006) Tuotemalleista saatavalla kustannus-

ja määrätiedolla varmistetaan koko hankkeen kustannustehokkuus ja budjettitavoitteen saavuttaminen.

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennushankkeen tilaaja ja käyttäjä määrittelevät suunnittelutiimille hankkeen vaatimukset. Suunnittelutiimi suunnittelee vaatimusten perusteella tilatietomallin. Tilatietomallin avulla suunnittelijat simuloivat ja analysoivat rakennuksen energiatehokkuutta, urakoitsija suorittaa alustavia kustannusarvioita määräperusteisesti. Hankkeen tilaaja tekee hankepäätöksen.

Kuvassa 8 kuvataan hyvän suunnittelun merkitys rakennushankkeen kustannuskäyttämiseen. Hankkeen alussa kustannuksiin vaikuttamisen mahdollisuudet ovat rajattomat; yhtään päätöstä tai suunnitelmaa ei ole vielä tehty. Optimivaikutus hankkeen onnistumiseen ja rakennuksen elinkaaritalouden kannattavuuteen saadaan yleissuunnitteluvaiheessa.

Hyvällä suunnittelulla ja suunnittelun ohjauksella tehdään oikeita ja kannattavia päätöksiä. Päätöksen tueksi tuotettavalla informaatiolla on suuri rooli. Toteutuksen valmisteluvaiheessa ja toteutuksen aikana kustannuksiin vaikuttamisen mahdollisuus alenee nopeasti, koska kaikki tehtävät päätökset ovat lopullisia. Rakennuksen käytön ja ylläpidon vaiheessa kustannuksiin vaikuttamisen mahdollisuus on minimaalinen, koska rakennukseen valitut rakennusosat ovat jo valittu ja asennettu; uusia korjaavia päätöksiä ei enää voi tehdä.



Kuva 7 Kustannuksiin vaikuttamisen mahdollisuus. (Kharbanda & Stallworthy & Williams 1980, s. 46)

2.2.3.3 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa suunnittelutiimi tietomallintaa rakennuksen alustavan rakennusosatietomallin. Projektinjohtohankkeissa rakennustyöt käynnistetään yleissuunnitelman perusteella. Yleissuunnitteluvaiheen alustavien rakennusosatietomallien perusteella projektinjohtourakoitsija tekee alustavan projektisuunnitelman ja siihen liittyvän riskianalyysin. Tilaaja tekee malleista saatavien analyysien ja simulaatioiden perusteella investointipäätöksen ja lyö lukkoon suunnitteluvaihtoehdoista valitun jatkokehittävän suunnitelman.

Yleissuunnitteluvaiheen aikana projektinjohtourakoitsija aloittaa rakentamisen valmistelun ja tekee projektisuunnitelman. Suunnitteluprosessi etenee kolmanteen vaiheeseen; toteutussuunnitteluvaiheeseen.

Suunnittelutiimin osapuolet hiovat tietomallinsa rakennusosamallin tarkkuustasolle ja yhdistävät tietomallinsa yhdistelmätietomalliksi. Projektinjohtourakoitsija tekee suunnittelutiimin valmiiden tietomallien perusteella projektisuunnitelman, joka sisältää tietomalleista tulostettujen määrien pohjalta laaditun kustannusarvion ja yleisaikataulun, 4D-runkosimulaation ja 3D-työmaasuunnitelman. Rakennushankkeen tilaaja hyväksyy

suunnittelupaketeittain suunnitelmaratkaisut. Tilaaja tekee yleissuunnittelun pohjalta rakentamispäätöksen.

Projektinjohtourakoitsija tekee lopulliset tuotannonohjaussuunnitelmat, ohjaa aliurakoitsijat tekemään omat tuotantosuunnitelmansa, tarkistaa aliurakoitsijan kiireelliset tuotantosuunnitelmat ja verifioi päätöksensä rakennusosatietomallin perusteella. Aikataulusuunnittelu poikkeaa projektinjohtorakentamisessa perinteisestä rakennuttamisesta. Projektinjohtorakentamisessa toteutus jaetaan aikataulullisesti lohkoihin, mikä mahdollistaa rakentamisen aloittamisen jo ennen kaikkien suunnitelmien lopullista valmistumista. Yksityiskohtainen kustannusarvio ja työmaan yleisaikataulu luovat pohjan hankintajaolle. (Kruus 2006)

2.2.3.4 Toteutussuunnittelu

Suunnitteluprosessin viimeinen vaihe on toteutussuunnittelu. Toteutussuunnittelu pohjustaa urakoitsijan lopulliset hankinnat ja toteutuksen aloittamisen. Suunnittelutiimi viimeistelee suunnitelmansa ja tietomallinsa tuoteosatietomalliksi. Projektinjohtourakoitsija hyödyntää suunnittelutiimiltä saamansa tietomallit rakennustyömaan tuotannonohjaukseen ja valvontaan. Tuoteosatietomallin avulla varmistetaan rakennushankkeen kriittiset vaiheet työmaalla.

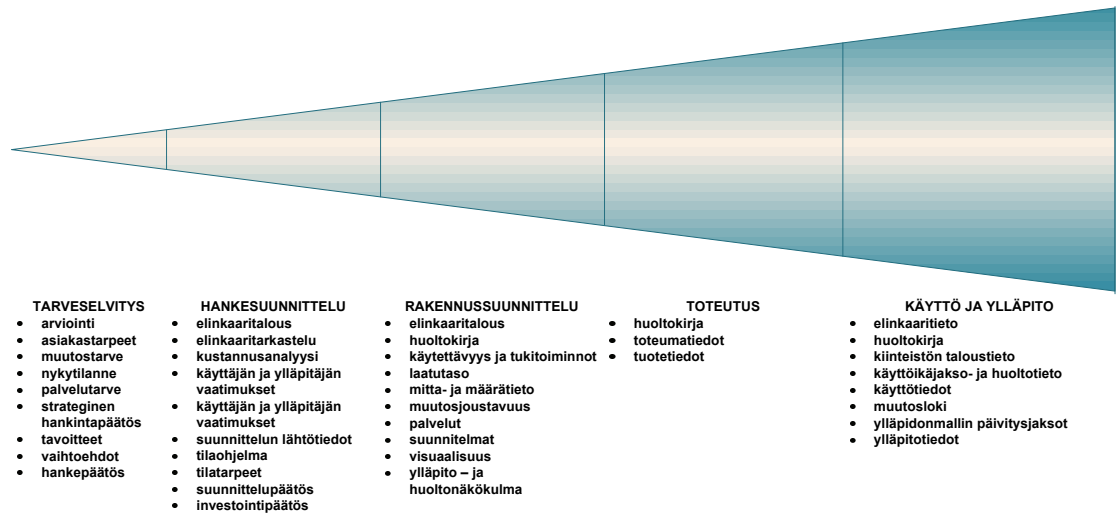
2.2.4 Tietomallipohjainen rakentaminen

Projektinjohtourakassa rakentaminen alkaa, kun tilaaja on tehnyt rakentamispäätöksen ja suunnittelutiimi on saanut suunnitelmansa ensimmäisiin hankintapaketteihin nähden valmiiksi. Tuoteosatietomallit täydentyvät SUKE-tietomallin mukaisina suunnitelmapaketteina rakentamisen ajan. Projektinjohtourakoitsija ottaa vastaan suunnittelutiimin tuoteosatietomallit ja tarvittaessa muokkaa siitä omaan käyttöönsä soveltuvan tuotantomallin. Projektinjohtourakoitsija voi päivittää attribuuttitietoa olemassa oleviin malleihin. Päivittäminen edellyttää malleilta synkronointiominaisuutta.

2.2.5 Tietomallipohjainen kiinteistön ylläpito

Kiinteistön ylläpidon ja käytön suunnittelu alkaa jo rakennushankkeen tarveselvitysvaiheessa. Tilaajan johdolla käyttäjä ja ylläpitäjä ilmaisevat kiinteistön käyttöön ja ylläpi-

toon liittyvät tarpeet. Ylläpidossa ja huollossa tarvittava tieto alkaa kumuloitua läpi koko rakennushankkeen prosessin.



Kuva 8 Ylläpidon tarvitseman tiedon kumuloituminen läpi rakennuksen elinkaaren.

Kiinteistön fyysinen ylläpito ja käyttö alkavat, kun rakennusurakka on otettu vastaan ja suunnittelijoiden alkuperäiset tietomallit on luovutettu tilaajalle. Kiinteistön ylläpidon aikana tehtävät päätökset perustuvat saatavilla olevaan tietoon ja tiedonhallintaan. Tiedon tulee siirtyä läpi koko rakennuksen elinkaaren, jotta kiinteistön ylläpitäjä pystyy hyödyntämään sekä välittämään tietoa käyttäjille ja sijoittajille. Saatavilla olevan tiedon avulla kiinteistön ylläpitäjä tekee ennustemallin tulevasta. Kiinteistön tulee olla elinkaaritaloudellisesti kannattava. Rakennusprojektiin sijoitettu, sidottu pääoma on sijoitus tuleville tuotoille. (haastattelu 26.6.2007 Ovenia Oy)

3 TIETOMALLINTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ

Tietomallien käyttöä käytännössä kartoitettiin haastattelemalla asiantuntijaryhmä. Haastattelut suoritettiin kokonaisuutena maaliskuussa 2007. Haastatteluiden tulokset taulukoitiin, jotta koko aineisto on helposti saatavilla ja yksinkertaisessa muodossa. Diplomityössä käydään läpi yleistasolla, miten käytännön tietomallintaminen tällä hetkellä toimii. Haastattelussa käytiin läpi

- miten ja mihin tietomalleja on käytetty
- mikä on onnistunut tietomallintamisessa ja mistä on ollut eniten hyötyä
- mikä on epäonnistunut tai ei ole toiminut tietomallintamisessa
- mitkä asiat ovat johtaneet onnistumisiin tai epäonnistumisiin
- miten toimimalla voidaan vahvistaa onnistumisia ja eliminoida epäonnistumiset jatkossa

3.1 Tietomallien käyttö ja laajuus

Tietomallien käyttö ja laajuus riippuu tietomalleja käyttävän osapuolen roolista rakennusprojektissa. Arkkitehti aloittaa oman tietomallinnustyönsä ensimmäisenä, häntä seuraavat muut suunnittelijat. Tilaaja, käyttäjä ja ylläpitäjä hyödyntävät tietomalleja mm. päätöksentekoon, ylläpidon suunnitteluun ja markkinointitarkoituksiin. Projektinjohdourakoitsijalla on kompetenssi sekä vastaanottaa valmiita malleja että tietomallintaa itse. Viranomaiskäyttöä ei tässä diplomityössä kartoitettu, mutta asiantuntijaryhmän näkemysten perusteella tehdään oletuksia käytön potentiaalista.

Tietomallien käytön suurin etu rakennusprojektin tiimin näkökulmasta on kaikkien osapuolten yhteistyön tiivistyminen ja limitetyn työskentelyn mahdollistaminen. Tietomallin käyttö ei aseta rajoitteita siihen, kuinka monta osapuolta työskentelee saman mallin kanssa.

3.1.1 Tilaaja–Rakennuttaja

Tilaaja-rakennuttajan roolissa toimi tässä projektissa Senaatti-kiinteistöt ja Helsingin Yliopisto. Senaatti-kiinteistöt on hyödyntänyt tietomalleja vuodesta 2000 lähtien, tähän

mennessä toteutettuja projekteja on toistakymmentä hanketta. Tietomallien käytöstä tulee Senaatti-kiinteistöjen virallinen toimintatapa vuoden 2007 syksyllä.

Senaatti-kiinteistöt pystyvät hyödyntämään tietomalleja tällä hetkellä rakennuksen elinkaaren tarveselvitys-, hankesuunnittelu-, yleissuunnittelu-, toteutussuunnittelu-, rakentamisessa ja käytöstä poisto-vaiheessa. Tulevaisuudessa tavoitteena on hyödyntää tietomalleja läpi koko rakennuksen elinkaaren.

Tilaaaja-rakennuttaja hyödyntää tietomalleja päätöksenteon tukena ja suunnittelun ohjaukseen. Tietomallia käytetään verifioimaan hankepäättöstä. Tietomallien avulla saadaan arvokasta kustannus- ja määrätietoa, millä voidaan varmistaa hankkeen onnistuminen taloudellisesti. Tietomallin avulla pystytään verifioimaan suuret kustannukset ja päätöksen teko. Tietomallin avulla voidaan vaivattomasti tutkia optimaalinen runkovalinta ja rakennuksen laajuus. Toisinsanoin tietomallin avulla pystytään varmistamaan rakennushankkeen laajuuden kannattavuus päätöksentekohetkellä.

Tietomallista saatavaa visuaalista aineistoa käytetään asiakasyhteistyö, viranomaisyhteistyö, käytönopastus ja markkinointitarkoituksiin. Tilaaaja-rakennuttaja pystyy esittelemään tuleville käyttäjille ja viranomaisille tilaamansa rakennuksen laatutason ja käyttötarkoituksen onnistumisen. Tietomallin avulla varmistetaan laatua ja tilaaaja-rakennuttajan tavoitteiden saavuttaminen rakennuksen elinkaarikustannuksissa, kestäväkehityksen puitteissa ja loppukäyttäjän tarpeissa.

3.1.2 Käyttäjä–Ylläpitäjä

Käyttäjänä tässä projektissa toimi Helsingin Yliopisto ja ylläpitäjänä Ovenia Oy. Käyttäjä-ylläpitäjän tietomallien käyttö keskittyy tällä hetkellä rakentamisen, käyttöönoton, käytön ja ylläpidon vaiheisiin rakennuksen elinkaareissa. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa käyttäjä-ylläpitäjä pääsee projektin hankesuunnitteluvaiheessa jo mukaan, jotta käyttäjä-ylläpitäjän tarpeet saadaan kartoitettua mahdollisimman varhain.

Tietomallia käytetään Ovenia Oy:ssä suurimmalta osin markkinointitarkoituksiin tällä hetkellä. Tietomallista saatavat visualisoinnit toimivat markkinointimateriaalina ja tukena asiakasrajapinnassa. Tietomallin avulla verifioidaan kohdetta sijoittajille ja loppukäyttäjille.

Tarveselvitys-hankesuunnitteluvaiheessa Helsingin Yliopistoa kiinnostavat hankkeen tarpeet, tilatarpeet, alustava tilamalli ja lähtötietojen malli. Toimitiloja suunniteltaessa

käyttäjällä korostuu työympäristökehittäminen, mikä merkitsee käytännössä tehokasta työskentelyä tukevia tiloja. Kun puhutaan työympäristökehittämisestä, niin tavoitteena on oikea tila oikealle toiminnalle. Toinen tavoite työympäristökehittämisessä on tilankäytön tehokkuus. Varsinkin yliopistokiinteistöillä on hyvin erikoistuneita toimintoja, jota suoritetaan tuntimääräisesti vähän. Toivottavaa olisi, että tällaisille toiminnoille ei rakenneta omaa tilaa, joka seisoo suurimman osan aikaa tyhjänä, vaan muihin tiloihin kehitetään toimivaa ja joustavaa yhteiskäyttöä.

Hankesuunnitteluvaiheessa tietomalleille on kysyntää olemassa olevan rakennuskannan tilamallien hallintaan. Tarvetta on myös tietyllä tapaa ylläpidon vaiheen mallien hallintaan. Helsingin Yliopisto tekee työympäristökehittämisen tilaohjelmia korjausrakennushankkeissa olemassa olevan kiinteistön ehdoilla. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että vanhaan kiinteistöön ei suunnitella väkisin yksilöllisiä toimistotiloja tai raskasta talotekniikkaa vaativia erikoislaboratorioita. Avainasemassa ylläpitäjän kannalta on joustava tilaohjelma.

Käyttäjä-ylläpitäjä hyödyntää tilahallintajärjestelmää, jossa on tieto kaikista kiinteistön tiloista ja pinta-aloista. Tilahallinta on ydintarve tietomallin käytölle ylläpitopuolella. Rakennuksen ylläpitovaihe sisältää sekä aktiivista että passiivista tietoa. Aktiivinen tieto ylläpidetään tietokannoissa, passiivista tietoa säilytetään paperidokumentteina. Oleellista on, että tieto on saatavilla oikea aikaisesti. Ylläpidon mallille tulee määritellä, miten tuotettua tietoa käsitellään, kuka tietoa käsittelee ja millä tietoa käsitellään. Tieto ja tietotekniikka vanhenevat nopeasti. Tiedon kulku ja päivityssyklien organisointi on sovittava. (Mauri Laasonen 2007)

Huolto, huoltokirja ja kunnossapitojärjestelmä ovat merkittävimmät ylläpidon tiedon hyödyntämiskohteet ja näihin tietomalleista tarvittaisiin apuja. Tietomallin hyödyt halutaan hyödyntää huoltomallin ja huoltokirjan ylläpitoon, tilahallintojärjestelmään ja vuokrausjärjestelmään.

Ylläpitovaiheessa käyttäjä-ylläpitäjää kiinnostaa tietomalli, josta saadaan huoltoon, huoltokirjan ylläpitoon ja ylläpitoon auttava työkalu, joka on helposti hallittavissa eikä vaadi ylettömiä resursseja pelkästään mallin ylläpitoon.

Käyttäjä-ylläpitäjä painottaa tietomallien avulla tehtävää muuntojoustavuuden hallintaa. Muuntojoustavuuden hallinta käsittää tilaustarpeen, tilalaskennan ja raportit, kun tilojen

käyttäjiä jaetaan eri tiloihin. Tietomallin avulla pystytään hahmottamaan nopeammin ja edullisemmin järkevät muutostyöt.

3.1.3 Pääsuunnittelija–Arkkitehti

Tämän projektin pääsuunnittelijan roolissa toimi CEJ Arkkitehdit Oy:n Vesa Jäntti ja arkkitehdin roolissa CEJ Arkkitehdit Oy. CEJ Arkkitehdit Oy on työskennellyt mallintamalla vuodesta 1988.

Suomen rakentamismääräyskokoelma määrittelee pääsuunnittelijan tehtävät ja vastuun kokonaisuudesta. Pääsuunnittelijan tehtävä on hyvin vaativa, minkä vuoksi tietomallien käytöstä on pääsuunnittelijalle oleellista lisäarvoa toimen suorittamisessa. Tietomallissa tieto saadaan hallittua kokonaisuutena, minkä vuoksi suunnitelmien tarkastelu ja suunnittelun ohjaaminen helpottuu.

Rakentamismääräyskokoelman 3.1.1 määräys velvoittaa pääsuunnittelijan huolehtimaan rakennushankkeen suunnitelmien riittävästä laadusta ja laajuudesta niin, että suunnitelmilla voidaan osoittaa rakentamiselle asetettujen vaatimusten täytyminen. Pääsuunnittelija vastaa rakennusvalvontaviranomaiselle tehtäviensä asianmukaisesta hoitamisesta rakennushankkeen suunnittelun ja rakennustyön ajan. (Suomen valtio, 2002)

Rakentamismääräyskokoelman 3.1.2 määräys määrää, että pääsuunnittelijan tulee yhdessä rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa hankkeen laadun ja vaativuuden edellyttämällä tavalla (Suomen valtio, 2002)

- huolehtia siitä, että käytettävissä ovat tarvittavat lähtötiedot ja että ne ovat ristiriidattomat ja ajan tasalla sekä saattaa ne suunnittelijoiden tietoon,
- varmistaa, että kaikilla hankkeen suunnittelijoilla on tieto siitä, mikä osuus vaadittavista suunnitelmista on heidän vastuullaan
-

Pääsuunnittelijan tulee määräyksen 3.1.3 nojalla

- osallistua hankkeessa mahdollisesti järjestettävään aloituskokoukseen ja osaltaan huolehtia, että siinä edellytetyt suunnittelua koskevat veloitteet tulevat suoritetuiksi,
- seurata korjaus- tai muutostyössä rakenteita avattaessa tai purettaessa ilmi tulevien seikkojen vaikutuksia suunnitteluun, • huolehtia muutossuunnittelun yhteensovittamisesta ja tarvittaessa muutosten edellyttämän hyväksynnän tai rakennusluvan hakemisesta, sekä
- huolehtia hänelle rakennusluvassa tai aloituskokouksessa mahdollisesti osoitusta rakennustyön valvonnasta.

Pääsuunnittelijan tulee määräyksen 3.1.4 mukaan osaltaan huolehtia siitä, että rakennuslupa-asiakirjat, erityissuunnitelmat ja selvitykset on laadittu ja toimitettu rakennusvalvontaviranomaiselle kunnan ohjeiden mukaisesti. Pääsuunnittelijan tulee huolehtia siitä, että rakennushankkeeseen ryhtyvä saa tiedon suunnittelua koskevista seikoista, joilla on vaikutusta tälle säädetyin huolehtimisvelvollisuuden täyttämiseksi. (Suomen valtio, 2002)

Tällä hetkellä pääsuunnittelijan ja arkkitehdin kompetenssi ulottuu rakennuksen elinkaareissa tarveselvitys-, hankesuunnittelu-, yleissuunnittelu-, toteutussuunnittelu- ja rakentaminen vaiheisiin. Tulevaisuudessa tietomallien käytön yleistyessä käytön ja ylläpidon saralla, arkkitehdilla löytyy varmasti tietotaitoa laajempaan käyttöön.

Arkkitehti on ensimmäinen suunnittelija rakennusprojektissa. Arkkitehti visualisoi tilaaja-rakennuttajan tarpeet ja vaatimukset. Arkkitehti luo projektin lähtötietojen perusteella visuaalisen rungon rakennusprojektille ja antaa lähtökohdat muille suunnittelijoille.

Pääsuunnittelijan roolissa arkkitehti toimii suunnittelutiimin johtajana. Pääsuunnittelija kantaa suuren vastuun suunnitteluprosessista. Tietomallien avulla pääsuunnittelija varmistaa suunnitelmien yhteensopivuuden ja suunnitteluprosessin järjestelmällisen etenemisen. SUKE-mallin mukaan suunnittelu tapahtuu suunnittelupaketeittain, mikä käytännössä edellyttää, että kaikki suunnittelijat etenevät oikea aikaisesti ja oikean suunnittelulohkon mukaan. Pääsuunnittelija koordinoi tietomallien yhteensovituksen yleissuunnitteluvaiheessa alustavien rakennusosamallien valmistuttua ja rakennusosamallien valmistuttua.

CEJ-Arkkitehdit Oy:ssä hyödynnetään tietomallista saatavaa materiaalia suunnitteluun, yhteistyöhön muiden suunnittelijoiden kanssa, esittelymateriaalina asiakkailleen ja muihin soveltaviin hyötykäyttöihin tarpeen mukaan.

3.1.4 Rakennesuunnittelija

Rakennesuunnittelijana tämän kehitysprojektin puitteissa toimi Finnmap Consulting Oy. Finnmap Consulting Oy on työskennellyt tietomallintamalla noin 10 vuotta. Tietomallien pohjalta toteutettuja suunnitelmia on satoja.

Suurin osa toteutetuista suunnitelmista on talonrakennuskohteita, joissa tietomallia on käytetty teräsrakenteiden suunnitteluun ja mitoittamiseen. Vähemmistönä ovat betonirakenteiden ja puurakenteiden suunnittelu, koska kohteita on vähemmän ja mallinnusoh-

jelmistot ovat kohdistuneet pääasiassa teräsrakenteiden suunnitteluun. Kaiken kaikkiaan tietomallintamalla pystytään suunnittelemaan teräsrakenteet, puurakenteet, kaikki elementti ja paikalla valetut betonirakenteet.

Rakennesuunnittelija hyödyntää tietomalleja rakennuksen elinkaarella hankesuunnitteluun, yleissuunnitteluun, toteutussuunnitteluun, rakentamisen suunnitteluun sekä perusparannusten suunnitteluun.

Rakennesuunnittelija käyttää tietomalleja suunnittelussa varsin laajasti. Tietomallit soveltuvat hyvin määrien hallintaan, riippuen siitä, ovatko suunnitelmassa betoniteräksiset vai ei. Tietomalliohjelmistot aiheuttavat joitain rajoitteita suunnittelijan työhön. Finnmap Consulting pystyy mallintamaan täysin realistisen ja tarkan mallin tai tuottamaan pelkän geometriamallin.

Betonimallissa rakennesuunnittelija mallintaa liittymäpinnat, tuottaa teräsrakenteiden työpajatiedon, sekä 3D-mallin, jonka pohjalta voidaan tuottaa 4D- tai 5D-malleja työmaakäyttöön. Merkittävää on, että tietomallia voidaan käyttää rakenteiden statiikkalaskelmien lähtötietona.

3D-geometria mallia käytetään vaikeiden geometrioiden hallintaan. Työmaan käyttöön rakennesuunnittelija tuottaa paalukoordinaatit ja XYZ-tietoa sekä vaikeat liitokset ja raudoitukset 3D-tulosteina. Suunnittelijalle itselle 3D-tietomalli havainnollistaa vaikeat liitokset.

3.1.5 TATE-suunnittelija–Elinkaariasiantuntija

Projektin TATE-suunnittelijana ja elinkaariasiantuntijan roolissa toimi Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. Yrityksen ensimmäiset tietomallipilottiprojektit vedettiin vuosina 1997–1998. Pilotointi aloitettiin mallintamalla TATE-suunnittelijan tilamalli kustannuslaskentaa varten. Vuodesta 1998 eteenpäin tietomalleja on hyödynnetty kaikissa rakennuksissa, joissa on tarvittu olosuhdelaskentaa. Nytemmin käyttötarkoitukset ovat laajentuneet; vajaan vuoden ajan kehityksessä on ollut uusia ohjelmistoja, laajempi integraatio ja enemmän ominaisuuksia.

Nykyään TATE-suunnittelija hallitsee kaikki suunnittelemansa tietomalliversiot älykkäinä tietomalleina. Käyttöön ovat tulleet osamallit, joissa kaikki suunnitteluratkaisut luokitellaan ja versioidaan. Tämä mahdollistaa useampien analyysien ja simulaatioiden tekemisen ja sitä kautta kattavamman elinkaaritiedon tuottamisen.

TATE-suunnittelussa koko prosessi analysoidaan ja simuloidaan. Prosessin kokonaisvaltainen hallinta merkitsee projektin parempaa hallintaa ja parempaa ymmärtävyyttä asiakkaalle.

Granlund Oy:llä on käytössä järjestelmä tavoitteiden ja tilatietojen hallintaan tietomallin avulla. Käytännössä järjestelmä merkitsee tiedon vastaanottoa ja ylläpitoa tietomallin avulla. Kehityksen alkutekijöissä ovat työmaa-aikaiset päivitykset ja työmaatuki. Työmaa-aikaiset päivitykset ovat oleellisia ylläpidon mallille.

3.1.6 Toteuttaja

Kehitysprojektin toteuttajan roolissa toimi projektinjohtourakoitsija, Lemcon Oy. Lemcon Oy on hyödyntänyt tietomalleja toteutuksessa noin kolme vuotta. Toteutettuja projekteja on toistakymmentä. Tietomalleja voidaan toteuttajan näkökulmasta hyödyntää hankesuunnittelun konsultoinnissa, yleissuunnittelun konsultoinnissa, toteutussuunnittelussa sekä rakentamisessa.

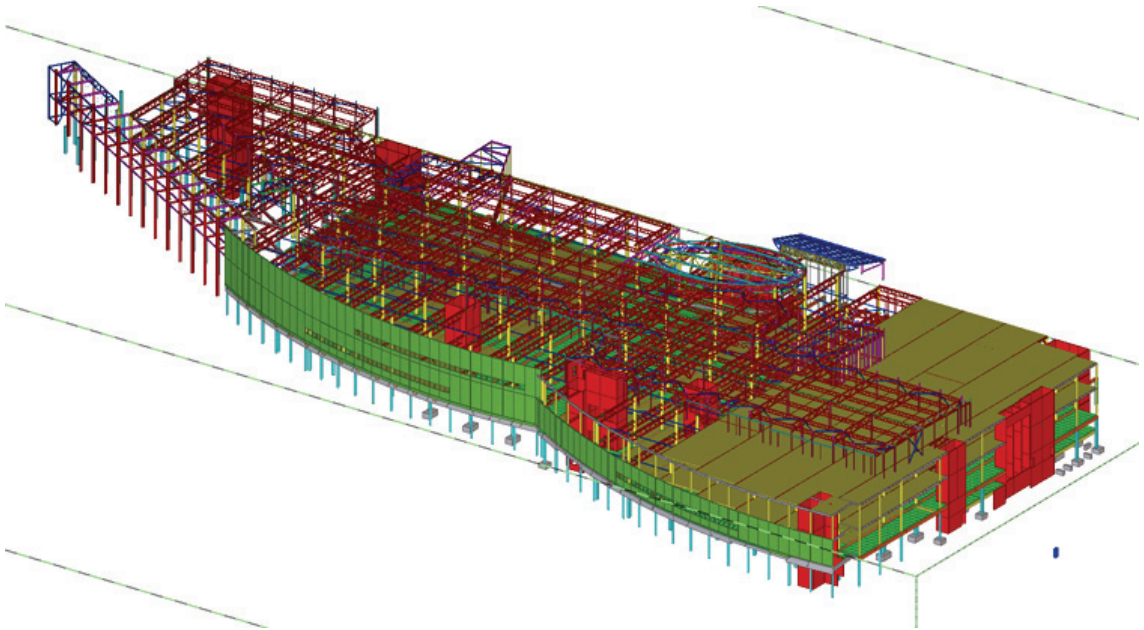
Tietomallin absoluuttinen tarkkuus ja virheettömyys on merkittävä tekijä vaativien rakennuskohteiden toteutuksessa. Tuotannonohjauksessa useimmiten riittää karkealla tasolla oleva malli, toisaalta rakennemallista katsotaan työmaalla detaljitietoakin, jos malli on tarkalla tasolla. Oleellista on, että se mitä on mallinnettu, löytyy myös 2D-piirustuksista. Tietomallin avulla tehtävä aikataulusuunnittelu ja aikatauluseuranta visualisoivat erittäin havainnollisesti työmaalle, missä vaiheessa urakka on asennusaikataulullisesti.

Runkoasennuksen, kriittisten törmäysten, liitosten sekä IV-konehuoneen simulointi ja tarkastelu 3D-tietomallissa parantavat asennusten tarkkuutta ja varmuutta. Työmaakäytössä tietomallia on hyödynnetty toteumatiedon seurantaan ja sitä kautta oikeisiin määriin perustuvaan välilaskutukseen.

Tietomallien käyttö ja tietomallitiedon hyödyntäminen toteutetaan yhteistyössä muiden rakennushankkeen osapuolien kanssa. Tavoitteena on, että tilaaja, koko rakennushanke ja hankkeeseen osallistuvat osapuolet hyötyvät tietomallitiedon käytöstä ja että tietomallintaminen johtaa tiiviiseen ja aitoon yhteistyöhön projektin osapuolten kesken.

Lemcon Oy:n ensimmäinen Tietomallipilottiprojekti tehtiin Polar Kiinteistöt Oyj:n ja Eläke-Fennian rakennuttaman kauppakeskus Jumbon laajennuksen rakennushankkeessa. Lemcon Oy toimi projektissa projektinjohtourakoitsijana. Lemcon Oy käytti pilottipro-

jektissa rakennetietomallin hyödyntämistä runkoasennusten aikatauluhallinnassa. Projektin rakennesuunnittelija, Finnmap Consulting Oy, laati tietomallin Tekla Structures-ohjelmalla. Tekla Structures on rakennetiedon tietomallinnusjärjestelmä, joka kattaa koko rakennesuunnitteluprosessin luonnossuunnittelusta detaljoihin, valmistukseen ja rakentamiseen.



Kuva 9 Jumbon kauppakeskuksen laajennuksen rakennetietomalli. (Finnmap Consulting Oy 2006)

Rakennuksen tietomalli auttoi osaltaan projektin aikatauluseurannassa. Urakan aikataulua pystyttiin kiristämään neljä kuukautta, jonka ansiosta kauppakeskus pystyi avaamaan ovensa toimintansa kannalta optimaaliseen aikaan; joulumyyntiin 2005.

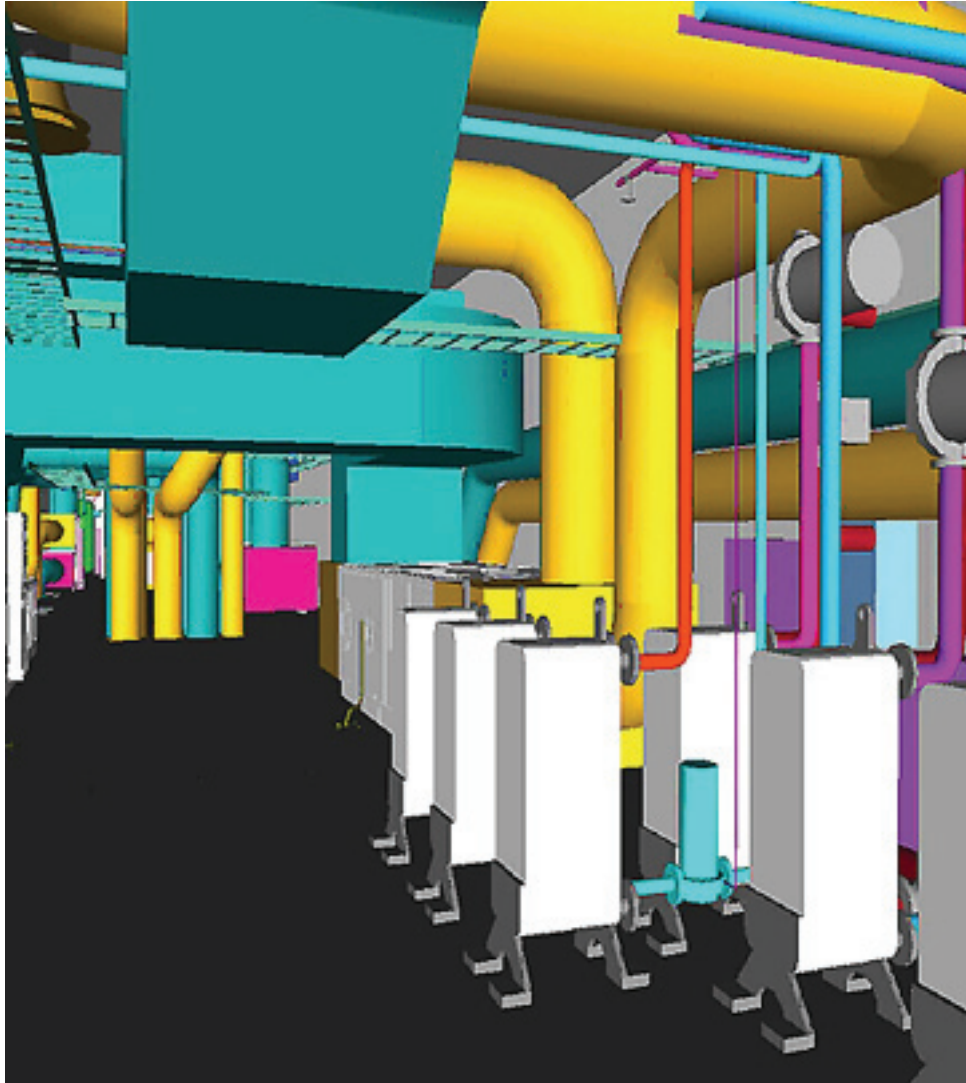
Lemcon Oy:n toinen pilottiprojekti oli keväällä 2006 valmistunut Senaatti-kiinteistöt Oy:n rakennuttama Helsingin yliopiston Viikin eläinsairaala. Lemcon Oy toimi myös tässä pilottiprojektissa projektinjohtourakoitsijana. Kohteessa pilotoitiin tietomallitiedon hyödyntäminen rakennushankkeen toteutuksessa.

Lemcon Oy pilotoi projektin sisävalmistusvaiheen tuotannonohjauksen ja työmaan määrinhallinnan tietomallin avulla. Kohteesta laadittiin arkkitehdin suunnittelemien 2D -suunnitelmien pohjalta tuotantotietomallin. Tietomallin laati Tocoman Oy ArchiCAD-ohjelmalla. ArchiCAD on rakennussimulaattoriohjelmisto. Tietomallin tarkkuustasoksi valittiin rakennusosatarkkuus. Tietomallien käyttö toi työmaatoteutukseen selviä hyötyjä, etenkin määrinhallinnassa ja työsuunnittelussa.



Kuva 10 Viikin eläinsairaala. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2005)

Viikin eläinsairaalan pilottiprojektissa pilotoitiin taloteknisten (LVI- ja S-) tietomallien ja tuotantotietomallin yhdistäminen. TATE-tietomalli suunniteltiin 3D-tietomallimuodossa MagiCAD-ohjelmistolla. MagiCAD on AutoCAD-sovellus talotekniseen suunnitteluun. TATE-suunnittelijana ja tietomallin tuottajana toimi Insinööritoimisto Olof Granlund Oy. Insinööritoimisto Olof Granlund Oy yhdisti tuotantotietomallin ja TATE-tietomalli NavisWorks-ohjelmalla. NavisWorks on ohjelmisto tiedon jakamiseen ja 3D-tietomallien esittelyyn. Yhdistelmä-tietomallilla havainnollistettiin törmäystarkasteluja sekä visualisoitiin suunnitelmien ja rakentamisen sekä TATE-asennuksen mahdollisia ongelmakohtia.



Kuva 11 Viikin eläinsairaalan arkkitehti- ja LVIS-suunnitelmien yhdistelmä tietomalli. (Olof Granlund Oy 2005)

Lemcon Oy:n pilottiprojektit osoittivat, että tietomalleista saatavat hyödyt ovat merkittäviä. Lemcon Oy teki näiden pilottiprojektien tulosten perusteella päätöksen ottaa tietomallit käyttöön kaikissa kotimaan talonrakennushankkeissa. Samalla Lemcon Oy ryhtyi laatimaan käyttämänsä tuotantotietomallit itse, koska malleja ei saatu suunnittelijalta suoraan.

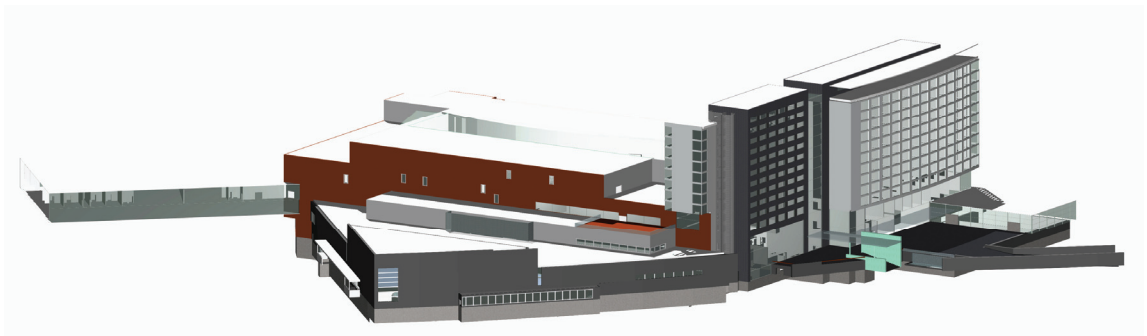


Kuva 12 Hämeenlinnan K-Rauta, rungon asennusaikataulu viikoittain. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)

Lemcon Oy:n tuotantotietomallien laatiminen ja siirtyminen tietomallipohjaiseen projektinhallintaan käynnistyi todenteolla Rautakesko Oyj:n rakennuttamassa Hämeenlinnan K-Raudassa. Projektin tuotantotietomalli laadittiin arkkitehtisuunnitelmien pohjalta ArchiCAD-ohjelmalla.

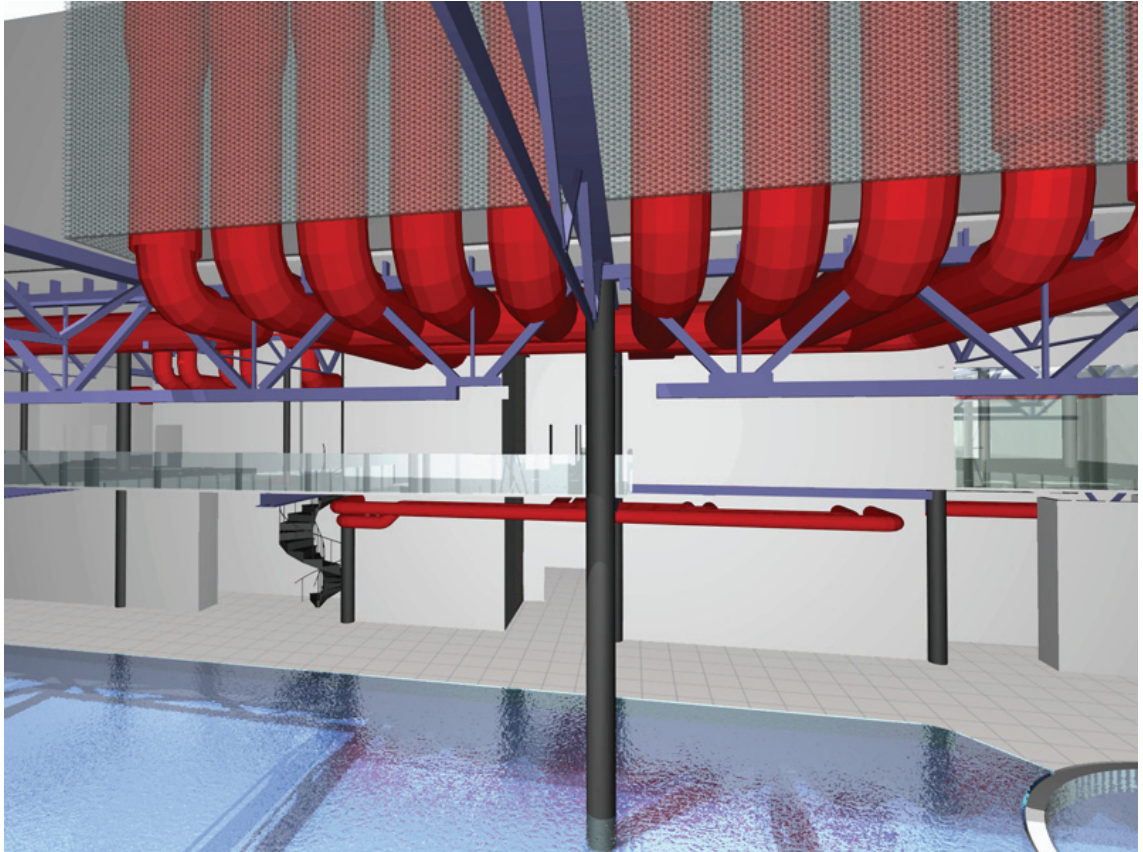
Tuotantotietomalli laadittiin tuotantoteknisesti älykkäällä tavalla; rungon osat ja ulkoseinät tietomallinnettiin asennusaikataulusuunnittelua varten kappaleina.. Tietomallin avulla simuloitiin kriittisiä runko-, katto- ja ulkoseinäelementtien asennuksia. Projekti oli aikataulullisesti erittäin kireä, mutta rakennuksen tietomallin avulla pystyttiin verifiamaan aikataulusuunnittelu ja – seuranta. Tietomallia hyödynnettiin asennustöiden ohjauksen lisäksi tilausmäärien hallinnassa.

Vantaalle suunniteltavassa viihde- ja vapaa-ajan keskus Jumbo Parkissa Lemcon Oy toimi projektisuunnitteluvaiheessa konsulttina, Finnmap Consulting Oy rakennesuunnittelijana ja Insinööritoimisto R.J. Virta TATE-suunnittelijana. Tässä hankkeessa kaikki rakennesuunnitelmat suunniteltiin Tekla Structures-ohjelmistolla ja LVI-suunnitelmat suunniteltiin MagiCAD-ohjelmistolla. Lemcon Oy laati 2D-arkkitehtisuunnitelmien pohjalta rakennusosatasoisen tuotantotietomallin suunnitteluvaiheessa ArchiCAD:lla.



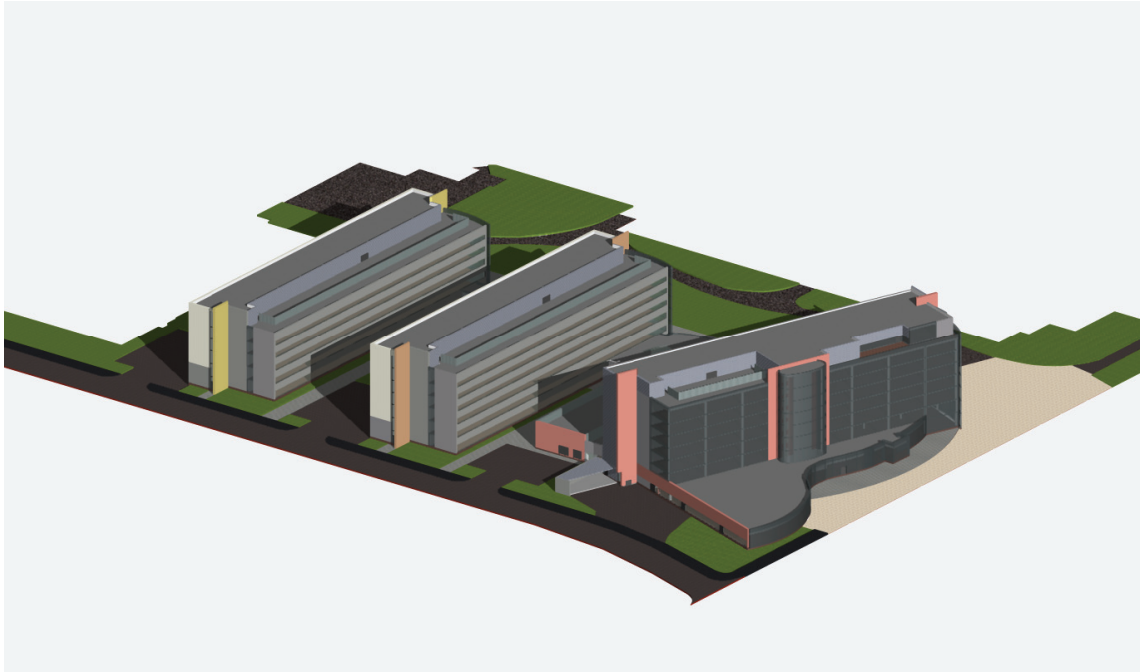
Kuva 13 Jumbo Parkin tuotantotietomalli. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)

Lemcon Oy testasi projektin aikana IFC-mallien yhdistämistä. Yhdistelmämallin perusteella ei tehty varsinaisia törmäystarkasteluja tai muita analyysejä.

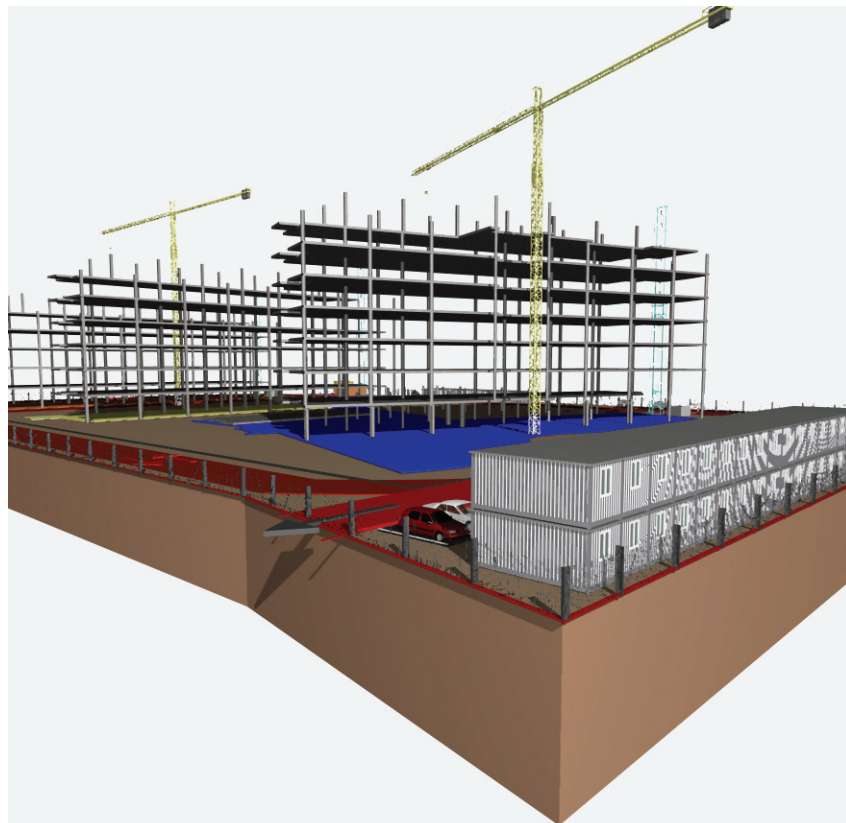


Kuva 14 Törmäystarkastelu tietomallien avulla. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)

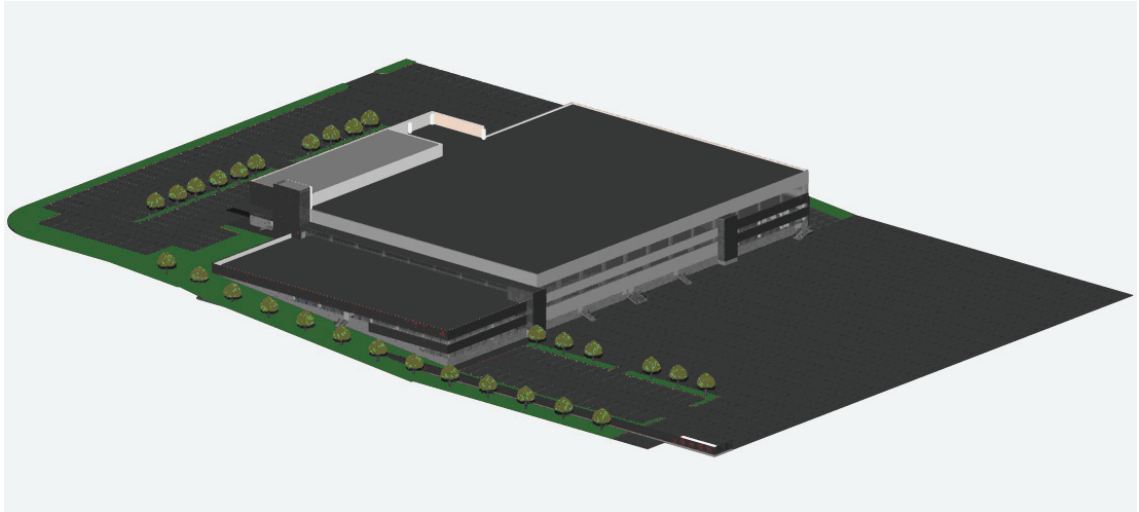
Lemcon Oy:ssä on hyödynnetty tuotemalleja myös tarjouslaskentavaiheessa. Tarjottavasta kohteesta on laadittu yksinkertainen tuotantotietomalli. Tuotantotietomallin avulla pystytään suorittamaan määrälaskentaa sekä tekemään alustavia aikataulusimulaatioita. Tarjouslaskentavaiheessa kohteista on myös laadittu 3D-työmaasuunnitelmia.



Kuva 15 Tarjouslaskentavaiheessa laadittu tuotantotietomalli. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)

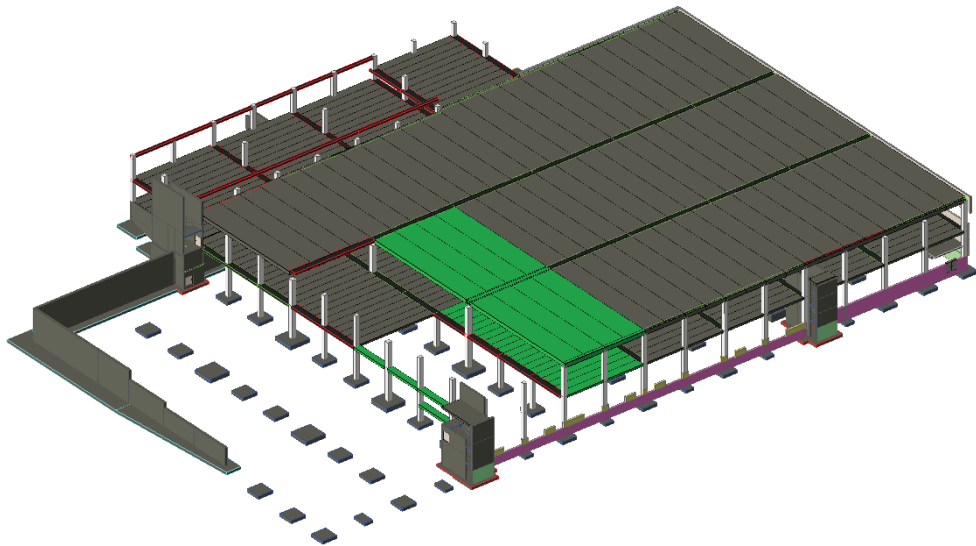


Kuva 16 Tuotantotietomallin avulla laadittu 3D-työmaasuunnitelma. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)



Kuva 17 Aviator -tuotantotietomalli. (Lemcon Oy, Kuusiola Satu 2006)

Myös Aviator-projektissa Lemcon Oy laati tuotantotietomallin itse. Tuotantotietomallin laadinnassa hyödynnettiin arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan 2D-suunnitelmia. Tuotantotietomallin avulla laskettiin kohteen määriä ja määrätiedon pohjalta kustannuksia. Projektin aikataulusuunnittelu tarkentui, kun tuotantotietomallin avulla pystyttiin simuloimaan perustus- ja runkovaiheen aikataulut etukäteen.



Kuva 18 Aviator-projektin asennusaikataulun seuranta tietomallin avulla. (Kuusiola Satu, 2006)

Lemcon Oy:llä käytetään tietomalleja soveltuvilta osin myös korjausrakentamisessa. Pilottikohteita ovat Sponda Oyj:n rakennuttaman City Center-projekti, sekä Sokos Hotelli Helsinki.

City Center-projektissa; yhteistyössä suunnittelijoiden, tilaajan ja Lemcon Oy:n välillä; on hyödynnetty malleja sekä suunnittelussa että työmaatoteutuksessa. Projektin työmaatoteutuksessa tuotemalleja on hyödynnetty aikataulusimulaatioissa ja määrälaskennassa.

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

Tulokset ja niiden tarkastelu -luvun tai lukujen tarkoitus on esitellä lukijalle työssä saavutetut tulokset ja niiden merkitys. Tulokset-osiossa esitetään tärkeimmät tulokset.

Tämän diplomityön tavoitteena oli selvittää rakennushankkeen osapuoliyhteistyöstä saatava lisäarvo asiakkaalle sekä tutkia tietomalliprosessi ja sen tietosisällöt projektinjohtohankkeessa. Kehitysprojektissa kartoitettiin kaikkien osapuolien tietomallien käyttö nykyhetkellä sekä arviot tulevaisuuden käyttöpotentiaalista.

4.1 Tietomallintamisesta havaitut hyödyt

Tietomallipohjaisen rakennushankkeen merkittävimpiä hyötyjä on parantunut tiedonhallinta. Rakennushankkeen elinkaaren kaikki tieto löytyy tietomallissa yhdestä paikasta ja on helposti saatavilla. Suunnitelmatieto siirtyy rakennushankkeen eri osapuolille elektronisessa muodossa projektipankin tai tietomalliserverin välityksellä. Tietoa ei huku, kuten manuaalisessa tiedonsiirrossa on riskitekijänä. Tietomallien käyttö ei silti rajoita 2D-dokumenttitiedon tuottamista, sillä tietomallista saadaan perinteiset suunnitelmadokumentit. Lisäksi tietomalleista saadaan mitta- ja määrätietolistat, perspektiivikuvia ja kiinteistönhallinnan lähtötietoja. Tietomallin tiedonhallinnan hienous löytyy tietomallin ominaisuudesta säilyttää kaikki tuotettu tieto rakennuksesta koko sen elinkaaren ajan.

Tietomallipohjainen rakennushanke syventää osapuolten yhteistyötä ja tehokasta työkentelyä. Tietomallipohjaisessa hankkeessa tietoa käsitellään tietotarpeiden mukaan kussakin prosessin vaiheessa, eikä tarpeetonta tietoa siirretä turhaan osapuolten välillä.

Koko projektin kannalta tietomallipohjaisen tiedonhallinnan hyötynä on tietomallin sisältämän tiedon hyödynnettävyys kaikille osapuolille ja rakennuksen koko elinkaareissa suunnittelusta ylläpitoon. Tietomallilla varmistetaan tiedon kumuloituminen ja koordinoitu hallinta.

4.1.1 Tilaajan, käyttäjän ja ylläpidon näkökulmasta

Rakennushankkeen tilaajaa tietomalli auttaa oikeassa päätöksenteossa. Tietomallin avulla pystytään verifioimaan oletukset ja tavoitteiden saavuttaminen. Esimerkiksi Senaatti-kiinteistöjen tavoitteena on kestävä kehitys ja vastuu kehittyvästä yhteiskunnasta.

Kiinteistön tulevan käyttäjän tarpeisiin tietomallista saadaan varmaa määrätietoa kustannuslaskentaa varten. Käyttäjän toive on saada palvelua edullisesti, nopeammin ja paremmalla tietosisällöllä. Tiedon tulee olla luotettavaa ja ristiriidatonta.

Rakennushankkeella on tavallisesti tiukka aikataulu. Rakentamisprojektissa on suuri etu siitä, että tietomallin avulla saadaan tietous aikataulun varmuudesta. Yhtenevät, hyvät työtavat edesauttavat tehokasta työskentelyä. Yhdistetyt mallit helpottavat kokonaisuuden hallintaa. Vaativissa projekteissa tiedon polku on merkittävässä asemassa; määrälaskenta, kustannustieto ja huoltokirja kulkevat samassa linjassa. Ylläpidon näkökulmasta on merkittävää, että tieto täyttää automaattisesti huoltokirjan protokollan vaatimukset. Tietomalli koetaan hyväksi huoltokirjan ja huollonsuunnittelussa sekä ylläpidon suunnittelussa. Tietomallia käytetään rakennuksen elinkaarisuunnittelussa.

Toimitilarakennushankkeissa hyötyjä saadaan tietomallista saatavan havainnollisen markkinointiaineiston tuottamisessa. Tietomalli auttaa selittämään loppukäyttäjälle ymmärrettävässä muodossa, mistä on kyse.

Tietomallit ovat hyödynnettävissä kiinteistön ylläpidossa. Tietomallit ovat tehokas ja luotettava työkalu rakennuksen elinkaaren hallinnassa. Tietomallit taltioivat rakennuksen ja rakennusosien määrä-, mitta- ja ominaisuustiedot. Rakennushankkeen tilaaja voi hyödyntää tietoja tarvitsemallaan tavalla. Näistä mainittakoon:

- kiinteistönhallintajärjestelmät
- korjaustyösuunnittelu
- markkinointi
- muutossuunnittelu
- palo- ja pelastussimuloinnit
- tilahallintajärjestelmät
- visualisoinnit
- ylläpitojärjestelmät
- ylläpitosuunnittelu

4.1.2 Suunnittelussa

Rakennushankkeen ja koko rakennuksen elinkaaren kustannukset määräytyvät rakennuksen suunnittelu- ja toteutusratkaisujen perusteella. Suurimpia kustannuksia koskevat päätökset tehdään hankkeen alussa rakennuksen kokoa, runkoratkaisua ja TATE-järjestelmää valittaessa. Tietomallipohjainen suunnitteluprosessi antaa edellytykset rakennuksen elinkaaren huomioonottavalle päätöksenteolle koko projektitiimin kannalta.

Tarveselvitys tuottaa lähtötiedot suunnitteluprosessille. Tarvesuunnitteluvaiheessa hankkeelle määrätään tietyt tavoitteet, vaatimukset ja budjetti. Koska tietomallista saadaan varmaa määrä- ja kustannustietoa, suunnittelija pystyy ohjaamaan suunnitteluaan hankkeen tilaajan tavoitteiden mukaan. Tietomallista saadaan varmaa pinta-ala ja tilatietoa, jonka loppukäyttäjä voi käyttää rakennuksen käytössä ja ylläpidossa hyväksi. Rakennuksen energiakulutusta voidaan seurata ja simuloida virtuaalisesti ja siten tehdä oikeita suunnitteluvaihtoehtoja.

Suunnittelutiimi on tiiviissä yhteistyössä keskenään ja rakennushankkeen tilaajan. Kolmiulotteinen suunnittelu parantaa merkittävästi suunnitelmien havainnollisuutta ja ymmärrettävyyttä. Monimutkaisten ja teknisesti vaativien rakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa kolmiulotteisuuden hyödyt kasvavat selvästi verrattuna perinteisiin suunnittelumenetelmiin. Tietomallipohjainen suunnittelu mahdollistaa suunnitelmien visualisoinnin ja tarkastelun kulloinkin tarvittavalla tarkkuustasolla. Tietomalli joustaa vaittomasti suuresta mittakaavasta hyvin pieneen mittakaavaan.

Rakennushankkeen tilaajalle ja käyttäjälle on suurta hyötyä tietomallin avulla tuotettavista simulaatioista ja analyyseistä. Tietomallia voidaan käyttää mitta- ja määrätietopohjaiseen kustannuslaskentaan tai olosuhdesimulaatioihin ja sitä kautta tuottaa arvokasta tietoa päätöksentekoon. Suunnitelmien yhteensovitus virtuaalisesti ennen toteutusta vähentää työmaa-aikaisia yllätyksiä ja suunnitteluvirheitä.

4.1.3 Toteutuksessa

Toteutuksen kannalta oleellisinta on määrähallinta ja aikatauluhallinta. Suurimmat hyödyt saadaan tietomallista saatavan määrätiedon avulla. Lisäksi tietomallia käytetään erittäin tehokkaasti työmaasuunnitelmien tekemiseen ja asennustyön ohjaukseen. Lemcon Oy:n tähänastiset projektit ja kehitystulokset ovat indikoineet tietomallikonseptin

tehokkaaksi ja hyödylliseksi käytännössä. Tietomallien käyttöä kehitetään vielä laajemmin projektinjohtourakoitsijan käyttöön.

Tietomallilla on Lemcon Oy:ssä tehty

- 3D-työmaasuunnitelmia
- 4D-aikataulusuunnittelua ja -ohjausta
- aikataulu- ja toteumatiedon seuranta
- kriittisten asennusten aikataulu simulointia
- aluesuunnitelmia
- asennustyön ohjausta ja visualisointia
- hankintasuunnitelmia
- määrätiedon tuottamista eri tarkoituksiin (esim. kustannuslaskenta, aikatauluhallinta, hankinta ja työnsuunnittelu)
- tarjouslaskelmia
- rakennesuunnittelijan mallin detaljitietojen tarkastelua
- suunnittelunohjausta
- tilakohtaisia aikatauluja
- törmäystarkasteluja
- suunnitteluvirheiden tarkistuksia

Lemcon Oy:ssä tietomallintaminen koetaan hyvänä työkaluna. Tietomallintaminen lisää konkreettisesti suunnittelu- ja rakennusprosessin tehokkuutta, parantaa prosessin tiedonhallintaa sekä varmistaa laatua. Lemcon Oy:ssä tietomallintamisen käyttöönotto ja kehittäminen ovat käynnissä jatkuvana prosessina.

Rakennetietomallista on erityisesti hyötyä aikataulullisesti ja teknisesti kriittisessä rungon asennusvaiheessa. Tietomallin avulla pystytään seuraamaan ja varmistamaan rungon suunnittelu, valmistus ja asennustyö integroituna aikatauluna eri osapuolten välillä.

4.2 Havaittuja ongelmakenttiä ja niiden ratkaisuja

Lemcon Oy on hyödyntänyt tietomallintamista projekteissaan ja kirjannut havaitsemiinsa kehittämistarpeita. Keskusteluissa Lemcon Oy:n henkilöstön kanssa kävi ilmi seuraavia asioita projektinjohtourakoitsijan näkökulmasta.

Kun arkkitehti ja projektinjohtourakoitsija hyödyntävät samaa tietomallia projektin aikana, on odotettavissa muutamia ongelmakohtia. Osa ongelmista liittyy tiedonsiirtoon eri ohjelmistojen kesken. Suurin ongelma on käyttökelpoisten mallien saatavuus toteutuksen käyttöön. Valitettavan usein toteuttaja joutuu mallintamaan tuotannon tietomallit itse.

Rakennusyritys syöttää rakennuksen tietomalliin työmaa-aikaisia toteumatietoja, joilla varmistetaan työmaan aikataulun pitävyys sekä toimiva logistiikka. Haasteena rakennusyrityksen ja suunnittelijan välillä on tiedon säilyminen. Suunnittelijan synkronoidessa omaa suunnittelutietomalliaan tietoa saattaa hukkaa tai sama tieto kertaantuu. Ratkaisuehdotus kyseiseen haasteeseen on, että projektinjohtourakoitsija ylläpitää listaa kuvatasoista, joille on jo lisännyt toteumatietoja. Kun kyseisille kuvatasoille tehdään suunnitelmamuutoksia, suunnittelija merkitsee ne selkeästi tietomallipäivityksissä.

Suunnittelutiimin suunnitelmat kehittyvät urakan toteutussuunnittelun aikana. Ongelmakentäksi muodostuu suunnittelijan luomien attribuuttien siirtyminen tuotantotietomalliin, mikäli tietomalliin siirretään vain jotain kuvatasoja. Ongelman luo kesken toteutussuunnittelun tapahtuvat tietomallien yhteensovitukset. Ratkaisuna voidaan esittää, että tuotantotietomallin pohjatietomallina on aina suunnittelijan uusin päivitys tietomallista. Vanhasta tuotantotietomallista viedään ainoastaan tasokohtaista tietoa ja ainoastaan niiltä tasoilta, joille projektinjohtourakoitsija on lisännyt tietoa.

Tietomallin attribuuttitietojen hallitseminen on yksi projektinjohtourakoitsijan haasteista. Ongelmaksi muodostuu projektinjohtourakoitsijan valtuudet luoda uusia attribuutteja. Ratkaisu ongelmaan on, että suunnittelija luo projektinjohtourakoitsijan tarvitsemat attribuutit tietomalliin yhteistyössä projektinjohtourakoitsijan kanssa

Tietomallintamisohjelmiin luodaan älykkäitä objekteja GDL-ohjelmointikielellä. Objektin älykkyyttä ovat objektin rajaton muunneltavuus käyttäjän tarpeisiin, objektin automaattinen sopeutuminen mittakaavaan, todellista tuotetta vastaava olemus visualisointikuvissa ja valmistajan haluama tuotetieto. (M.A.D. Oy, <http://www.mad.fi/mad/gdl.html>).

Älykkäät objektit mahdollistavat laajan kentän hyödyntämiskeinoja. Ongelmaksi muodostuu, mitä parametreja GDL-objekteihin sisällytetään. Projektin osapuolten täytyy yhteisesti sopia parametrien tarpeellisuudesta.

Tietomalliobjektien täytyy vastata sekä suunnittelijoiden, että projektinjohtourakoitsijan tarpeita. Ratkaisu ongelmaan on vastuualueiden selkeä jako. Projektinjohtourakoitsija ohjelmoi ne GDL-objektit yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa, joihin projektinjohtourakoitsijan tarvitsee lisätä tietoa. Ohjelmointityöstä sovitaan projektikohtaisesti. Objektien tietokenttiin sisällytetään kuitenkin myös suunnittelijan tarvitsemat parametrit.

Muiden tarvittavien GDL-objektien ohjelmoinnista ja mahdollisesta hankkimisesta vastaa suunnittelusta vastuussa oleva suunnittelija itse.

Tietomallipohjaiselle suunnittelulle ei ole vielä vakinaistunut selkeää ja yhtenäistä työtapaa, koska rutiininomaisia projekteja on toistaiseksi hyvin vähän. Riippuen suunnittelijan kompetensseista, rakennus joko tietomallinnetaan kokonaan tai osittain. Projektinjohtajan vaatimuksena on tyyppitunnusten systemaattinen käyttäminen tietomallinnustyössä, muuten määrälaskenta ei toimi. Suunnittelijoilta vaaditaan määrälaskentaan vaikuttavien virheiden korjaamista tietomalliin. Ratkaisu ongelmaan on projektinjohtourakoitsijan suorittama seuranta. Projektinjohtourakoitsija toimittaa suunnittelijalle tiedot mahdollisista virheistä tai puutteista, suunnittelija tekee tietomalliin korjauspäivityksen ja toimittaa päivitetyn tietomallin takaisin työmaalle. Suunnittelijan tulee kuitenkin aina vastata itse mallin oikeellisuudesta.

Projektinjohtourakoitsijan näkökulmasta ongelmia tulee, jos sama elementti on mallinnettu esim. suunnittelun tarpeita varten useampaan kertaan. Tällöin mallissa tulostetut määrät voivat olla helposti virheellisiä. (Kuusiola, Satu 30.9.2006. Tietomalliprosesi/ongelmakohdat. Julkaisematon dokumentti)

Suunnittelutiimin näkökulmasta tärkeimpiä ongelmia ja kehittämistarpeita ovat suunnitteluohjelmistojen toimivuuden ja helppokäyttöisyyden parantaminen. Tuotannosuunnittelun näkökulmasta koetaan haasteeksi vaikeiden rakenteiden ja yksityiskohtien tietomallintaminen sekä liitoskomponenttien puutteellisuus.

Tietomallipohjaisen rakennusprojektin hallintaa hankaloittaa tietomallipalvelimien puuttuminen käytännössä kokonaan. Tietomallipalvelimen puute estää mallien jouhevan synkronoinnin. Kysyntää myös tietomallipalvelinmanagerille on virinnyt tutkimusten yhteydessä.

Tietomallintamisesta on tulossa yleinen tapa suunnitella. Toistaiseksi asenteiden hidaskasvu vaikuttaa epäedullisesti nopeaan kehitykseen. Vanheneva suunnittelijapolvi on haluton työkäytäntöjen muutokselle, mikä heijastuu työmäärän kasvuna tietomallintamiseen siirtyneiden rakennuttajien toiminnassa. Muutosten tekeminen suunnitelmiin on työlästä, jos osa piirustuksista on kaksiulotteisia kuvia.

Vaikka kehityksessä edetään ja tietomallintamiseen on selkeää innokkuutta, suunnittelu-aikatauluja ja tietomallintamistehtävien määrittelyjä on vielä täsmennettävä. Tietomal-

lintamiseen kaivataan standardisointia ja yksiselitteistä terminologiaa. (ProIT News, tammikuu 2006 s. 5)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Tietomalliprosessi

Lemcon Oy:n järjestämän tietomalliprosessin kehityshankkeen aikana kehitettiin rakennuksen elinkaaren kattava tietomalliprosessi. Prosessikaavio on liitetty diplomityön viimeisille sivuille liitteeksi.

Tietomalliprosessi alkaa tarveselvitysvaiheesta, jatkuu suunnitteluvaiheiden ja toteutuksen läpi käytön ja ylläpidon vaiheeseen. Tietomalliprosessin aikana mallien tarkkuustaso ja saatavilla olevan tiedon määrä kasvaa. Prosessimallilla on pyritty kuvaamaan mahdollisimman yleisellä tasolla tietomalliprosessin pääkohdat ja päätietosisällöt, jotta prosessimallia kyetään soveltamaan käytännössä.

Tietomalliprosessilla haetaan seuraavia tavoitteita: tieto syötetään järjestelmään vain kerran, samanaikaiset prosessit linkitetään toisiinsa, jokainen osapuoli vastaa ja suunnittelee vain omaa vastuualuettaan, prosessi pyörii oikea-aikaisesti ja hallitusti. (Koppinen & Kiviniemi 2007)

Tässä kehityshankkeessa suunnitellulla tietomalliprosessilla pyrittiin ratkaisemaan osapuoliyhteistyön tarpeet ja sitä kautta löytämään paremman asiakaspalvelun avaimet. Prosessilla kuvataan tietomalliprosessin oikea-aikaisuus ja lisätään osapuolten tehtävien läpinäkyvyyttä. Prosessissa käydään läpi kunkin osapuolen tuottama ja tarvitsema tieto sekä oleelliset tulokset kussakin prosessin vaiheessa. Selkeästi seurattavalla prosessikaaviolla pystytään käytännön hankkeessa varmistamaan tiedon oikeanlainen kumuloituminen prosessin loppupäähän – käyttäjälle.

5.1.1 Tietomalliprosessin vaatimukset

Tietomallien vaatimukset riippuvat projektikohtaisista tilaajan esittämistä tarpeista ja vaatimuksista. Pääasiallisena sääntönä on, että tietomalleihin sisällytettävä tieto on järkevällä tarkkuustasolla, sisältää oikeasti tarvittavan tiedon ja tiedon tuottaminen on oikea-aikaista. Tietomalleja tulee pystyä käyttämään päätöksenteon tukena, projektin hal-

linnassa, suunnittelussa, toteutuksen aikana, ylläpidossa sekä yleisesti malleja käyttävän osapuolen tarpeiden täyttämässä.

Päävaatimukset tietomalliprosessille ovat tiedon paikkansapitävyys, oikea-aikaisuus ja yksiselitteisyys. Tiedon tulee siirtyä läpi koko prosessin, se ei voi hukkaa eikä perustua luuloon. Tietomalliprosessissa korostuu mallintamisen lähtötietojen merkitys ja oikeat työmenetelmät. Tärkeää yhteistyön onnistumiselle on myös keskinäiset sopimukset käytettävästä terminologiasta ja mallinnuskäytännöistä. Väärä tieto tai väärin tuotettu tieto on arvotonta. Tietomalliprosessin todellinen hyöty kumpuaa yhteistyöstä ja siitä, että kaikki osapuolet hyödyntävät malleja.

5.1.2 Tietomalliprosessin tietosisältö

Tietomallien tietosisältö riippuu tietomallin käyttäjän tarpeista, tietomallin tuottajan roolista ja rakennushankkeen prosessin vaiheesta. Kunkin vaiheen tietosisältö määritellään ja sovitaan ennen suunnittelun aloittamista ja kirjataan ylös suunnittelusopimukseen. Tietosisältö käsittää tiedon käyttötarkoituksen, tietosisällön, tietotarpeen ja osapuolen, joka tuottaa tarvittavan tiedon. (Koppinen & Kiviniemi 2007)

Koska tietomallin yksi tarkoitus on edistää rakennushankkeen osapuolten yhteistyötä, on tärkeää, että tietomallien tietosisältö on yhteensopiva kaikkien osapuolten näkökulmasta. Kehitysprojektin haastatteluiden yhteydessä kävi useasti ilmi tarve koko rakennusalan kattavan yhteisen nimikkeistön ja terminologian tarpeellisuudesta.

Tässä projektissa kehitetyssä tietomalliprosessissa on käyty läpi kunkin prosessivaiheen tietosisällöt. Koska tietotarve muuttuu tiedon käyttötarpeen mukaan, ei voida yksiselitteisesti lyödä lukkoon kunkin prosessivaiheen ehdotonta tietosisältöä. Prosessikaavioon linkitetyt tietosisällöt toimivat suuntaa antavina. Projektin todellinen tietosisältö ja tiedontarve tulee sopia ja tarkistaa aina hankekohtaisesti.

5.1.3 Tilaajan, käyttäjän ja ylläpidon näkökulma

Tilaajan, käyttäjän ja ylläpidon näkökulmasta tietomallintaminen toimii oman päätöksentekoprosessin tukena. Tietomallien tarkoitus on varmistaa projektin taloudellinen kannattavuus ja kiinteistön elinkaaritaidellisuus, rakennuksen toimivuus käytössä sekä ylläpidon ja huollon onnistuminen.

Hankkeen tilaaja saa suunnitteluprosessista vaivattomasti ja nopeasti hyödyllistä tietoa oman päätöksentekoprosessinsa tueksi. Suunnittelijat pystyvät paremmin palvelemaan asiakastaan ja varmistamaan tilaajaa ja käyttäjää tyydyttävän lopputuloksen. Tietomallien avulla pystytään tuottamaan asiakkaalle lisäarvoa ja siten aikaansaamaan tyytyväinen asiakas. Tietomallien avulla voidaan visualisoida ja vertailla vaihtoehtoja niin toiminnallisilla parametreilla kuin kustannusnäkökulmasta.

Loppukäyttäjää tietomallipohjainen suunnittelu palvelee erinomaisesti. Loppukäyttäjä pystyy tehokkaammin viestimään suunnittelijalle tavoitteensa ja vaatimuksensa koskien rakennuksen elinkaarta. Vastineeksi rakennuksen ylläpitäjä saa suunnittelijalta oikeaa rakennuksen koko elinkaarta käsittelevää tietoa. Elinkaaritietoa voidaan hyödyntää tehokkaaseen elinkaarikustannusten seurantaan, ympäristövaikutusten hallintaan sekä kestävä kehityksen edistämiseen. Sopivan tiedon tuottamisella suunnittelijat toimivat yhteistyössä rakennuksen omistajan kanssa hyvän elinkaaritalouden suunnittelussa.

Tietomallipohjaisen rakennusprojektin tavoitteena on suunnitelmien visualisointi, laadun ja osapuolten välisen tiedonsiirron parantaminen, suunnitteluvirheiden vähentäminen, suunnitteluprosessin tehostaminen ja tavoitteiden mukaisen lopputuloksen varmistaminen.

Tietomallien käyttö mahdollistaa kiinteistön elinkaaritarkastelun virtuaalisesti ennen rakentamista. Tämä merkitsee käytännössä kannattavampia investointipäätöksiä, järkevämpiä valintoja ja parempia tuottoja käytön aikana. Elinkaaritaloudellisesti kannattamattomat projektit voidaan keskeyttää tai harkita uudelleen ajoissa.

5.1.4 Suunnittelijoiden näkökulma

Tietomallipohjainen suunnitteluprosessi on huomattavasti virheettömämpää kuin perinteinen suunnittelu. Tietomalleja hyödyntämällä suunnittelijat kykenevät tuottamaan täsmällistä tietoa helpommin ymmärrettävässä muodossa. Tietomallien käyttö on käytännössä osoittanut parantavan suunnittelijoiden välistä yhteistyötä ja suunnitelmien yhteensopivuutta.

Tietomallipohjainen suunnittelu luo pohjan tietomallipohjaiselle rakennushankkeelle. Tuottamalla helpommin hyödynnettävää tietoa, suunnittelijat pystyvät vaikuttamaan positiivisesti tuotannosuunnitteluun, kustannus- ja aikatauluhallintaan sekä rakennusosien valmistukseen ja hankintaan.

Tietomallipohjaisen suunnittelun tavoitteet ovat

- tehostaa suunnitteluprosessia kokonaisuutena
- nostaa rakentamisen laatua ja kustannustehokkuutta
- antaa rakennuksen elinkaaren hallintaan toimivia ratkaisuja ja työkaluja
- luoda merkittävää lisäarvoa asiakasrajapintaan

5.1.5 Toteuttajan näkökulma

Projektinjohtototeuttajan näkökulmasta tietomalliprosessin suurimmat hyödyt löytyvät osapuoliyhteistyöstä ja selkeästä prosessivaiheistuksesta. Projektinjohtototeuttajan työ alkaa silloin, kun muut osapuolet tekevät omaa vaihettaan. Epävarmuus tässä tilanteessa johtaisi aikataulu- ja projektinhallintaongelmiin. Tietomallien avulla toteuttaminen voi alkaa heti, kun ennalta sovittu suunnittelulohko on saatu valmiiksi ja suunnitteluratkaisut on lyöty lukkoon.

Tietomallit tuovat nopeutta ja varmuutta toteutuksen suunnitteluun ja hankintaprosessiin; tietomallien visuaalisuus ja 4D-ominaisuus tuotannosuunnittelulle tuo arvokasta lisäarvoa projektinjohtourakoitsijalle. Toteuttajan asiakkaalle koko rakennushankkeen läpi kulkeva varmuus tuo lisäarvoa. Loppukäyttäjä voi suunnitella oman toimintansa aloittamisen uusissa tiloissa kun on sovittu.

Tietomalliprosessin tärkeimpiä hyötyjä toteuttajan näkökulmasta ovat hankkeen visuaalisuus ja 4D-tuotannosuunnittelu. Tulevaisuuden tavoite on, että rakennushankkeen osapuolet tulevat valituksi ja aloittavat yhteistyön mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tietomalliprosessissa on kuvattu kaikkien osapuolten limittyminen samaan projektiin, jolloin toteuttaja voi helpommin suunnitella oman panoksensa. Toteuttajalla on valtaisa määrä tietoa ja erikoisosaamista, mikä on syytä hyödyntää suunnitteluvaiheessa. Tietomallien avulla voidaan nopeasti verifioida toteuttajan ehdotukset suunnitteluratkaisuihin.

Tietomallien avulla toteuttaja kykenee ohjaamaan hanketta ja seuraamaan aliurakoitsijoiden valmiin toteuman varmemmin kuin ennen. Täsmällisesti saatava määrätieto toteumasta auttaa seuraamaan aliurakoitsijoiden laskutusta ja budjettiseurantaa. Toteumatieto on arvokasta tietoa kiinteistön ylläpidolle ja käytölle. Asiakasta ajatteleva toteuttaja luovuttaa systemaattisesti toteumatiedon, joka päivitetään toteumamalliin. Toteumamallista muodostuu ylläpidon malli, jonka avulla suunnitellaan kiinteistön tuleva huolto ja ylläpito.

6 YHTEENVETO

Tämän kehityshankkeen tarkoituksena oli käydä läpi tietomalliprosessi ja peilata sitä rakennuksen elinkaaren ja elinkaaren aikaisiin sidosryhmiin. Tietomalliprosessia kehitettäessä pyrittiin löytämään osapuoliyhteistyön suurimmat hyödyt, sekä tuomaan julki tämänhetkiset haasteet. Onnistumisien sekä epäonnistumisien kirjaaminen yhteistyössä varmasti lisäsi tietomallipohjaisen yhteistyön läpinäkyvyyttä ja yhteensopivuutta.

Tietomallipohjainen suunnittelu ja rakennuksen elinkaarihallinta mahdollistaa rakennusprosessin uudelleen kehittämisen sekä järjeistämisen. Kehitys on aina hidasta ja vaivalloistakin, mutta kun pitää kiinni päälinjoista, jonain päivänä se kantaa hedelmää.

Tämän kehitysprojektin aikana havaittiin, että rakentamisprosessin ja osapuoliyhteistyön todellisen toimivuuden onnistumiseksi on syytä suorittaa täydellinen muutos; uusilla menetelmillä ei ole järkevää tuottaa vanhan näköistä tietoa tai tuloksia. Tietomallintaminen mahdollistaa paljon enemmän, kuin perinteisten piirustusten ja luetteloiden tuottamisen; tietomallintaminen on keino hallita!

Rakentamisprosessissa tietomallintaminen tulee toivottavasti tarkoittamaan sitä, että enää ei kehitetä perinteistä piirtämistä, kuten aikoinaan tapahtui siirryttäessä kynästä ja paperista CAD-piirtämiseen. Tietomallintaminen mahdollistaa rakennusprosessin täydellisen mullistuksen; asiakas saa vihdoinkin sitä mitä tilaa, suunnittelija voi oikeasti suunnitella ja toteuttaja rakentaa rakennuksen, jollaiseksi se on suunniteltu. Käyttäjälle ja ylläpitäjälle jää tehtäväksi nauttia rakennuttamisprojektin yhteistyön onnistumisesta ja suunnitelmien mukaan toimivasta rakennuksesta.

Projektin päätuloksena tuotettiin sähköinen prosessikaavio, joka kattaa rakennuksen elinkaaren suunnittelusta käyttöön ja ylläpitoon. Prosessikaavion lähtökohdat selvitettiin projektin alussa haastatteleamalla kaikki projektiosapuolet. Haastatteluissa selvitettiin kunkin osapuolen kokemukset tietomalleista; mitkä asiat onnistuvat, mitkä koetaan tällä hetkellä haasteellisiksi ja mitkä asiat koetaan nykyhetkellä tärkeimmiksi kehityskohteiksi. Prosessikaaviolla pyrittiin ratkaisemaan tietomalliprosessiin liittyvät ongelmat ja osapuoliyhteistyön joustavuus. Tässä onnistuttiin hyvin. Projektissa kehitetyssä tieto-

malliprosessissa ratkaistiin osapuoliyhteistyön läpinäkyvyys, tietotarpeet ja tietomallipohjaisen rakennusprosessin kulku. On ensiarvoisen tärkeää, että suunnittelija tietää oman panoksensa lisäksi, mitä muut osapuolet tarvitsevat.

Haastatteluissa kävi ilmi suurelta osin tietomalliohjelmistoihin liittyvät ongelmat sekä tietomallipohjaiseen rakennushankkeeseen liittyvän viranomaisyhteistyön puute. Tässä kehitysprojektissa ei paneuduttu ohjelmistokehitykseen, eikä projektissa ollut mukana rakennusviranomaisia. Jatkokehityksen kannalta olisi hyödyllistä, että vastaava asiantuntijaryhmä kokoontuu pohtimaan ohjelmistotuottajille luovutettavan kehityspaketin, jossa on selkeästi kirjattu ohjelmistokäyttäjän näkökulmasta tärkeimmät kehitystarpeet. Tietomallipohjaisen viranomaisyhteistyön kehittäminen on syytä aloittaa mahdollisimman pian. Tietomalliprosessipohjainen osapuoliyhteistyö rutinoituu varsin nopeasti uuden suunnittelijasukupolven tullessa alalle. Ilman riittävää viranomaisyhteistyön kehitystä rakennuslupaprosessista ja rakennusviranomaistoiminnasta syntyy seuraava merkittävä pullonkaula tietomalliprosessiin.

LÄHTEET

Aaltola, J. ja Syrjälä, L. 1999. Tiede, toiminta ja vaikuttaminen. Teoksessa: Heikkinen, H. L.T., Huttunen, R. ja Moilanen, P. (toim.) Siinä tutkija missä tekijä - toimintatutkimuksen perusteita ja näköaloja. Atena Kustannus, Jyväskylä. s.11–24.

Aouad Gassan, Lee Angela, Wu Song 2007. Constructing the Future nD Modelling. Library of Congress Cataloging in Publication Data. ISBN10: 0-415-39171-7

Ashworth Allan & Hogg Keith, 2000. Added Value in Design and Construction. Pearson Education Limited. ISBN 0-582-36911-8

Graphisoft. Virtual Construction Solutions. ProIT 14.11.2005

Heikkilä, Rauno. Tietomallien hyödyntäminen suunnittelussa ja toteutuksessa. Oulun yliopisto, Rakentamisteknologian tutkimusryhmä

Hietanen, Jiri 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu – Filosofinen selvitys tietojen viestintäteknikan mahdollisuuksista. Tampere: Rakennustieto Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P. ja Sajavaara, P. 2000. Tutki ja kirjoita. Tummavuoren kirjapaino Oy, Vantaa. 430 sivua.

Järvinen, Tero 2004. Digitaalisten loppudokumenttien muotovaatimukset. Sovelluskohdainen liite, versio 1.0. Senaatti-kiinteistöt

Karjalainen, Auli 2005. Esimerkki: Joensuun yliopisto Aurora 2 – Tilaajan näkökulma tietomallinnuksen hyötyihin. ”Tietomallinnus- arkkitehtisuunnittelun uusi mahdollisuus” 29.9.2005

Kankainen Jouko, Junnonen Juha-Matti 2004. Rakennuttaminen. Rakennustieto Oy. Tampere. ISBN: 951-682-631-8

Karppinen, Annikki 2006. ”Tietomallitiedon hyödyntäminen Lemcon Oy:n rakennushankkeissa”. 13.9.2006

Karstila, Kari. Rakennusten tietomallintamisen sanasto. Rakennusteollisuus RT Ry.

Karstila, Kari. Towards Information Life Cycle Support with IFC. s. 5. http://www.rts.fi/IFC_TowardsInfoLifecycle.pdf

Karstila, Kari; Serén Kalle 2004. Tietomallipohjaisen suunnittelun, toteutuksen ja ylläpidon prosessitietomalli. Eurostepsys Oy.

Karstila, Kari; Serén Kalle 2005. Tiedonsiirron käyttötapaus: Määrätiedon siirto. Rakennusteollisuus RT.

- Karstila, Kari; Serén Kalle 2005. Tiedonsiirron käyttötapaus: Rakennussuunnittelu → Määrä- ja kustannuslaskenta. Rakennusteollisuus RT.
- Karstila, Kari; Serén Kalle 2005. Tiedonsiirron käyttötapaus: Rakennussuunnittelu → LVI-suunnittelu. Rakennusteollisuus RT.
- Karstila, Kari; Serén Kalle 2005. Tiedonsiirron käyttötapaus: Rakennussuunnittelu → Rakennussuunnittelu. Rakennusteollisuus RT.
- Karstila, Kari; Serén Kalle 2005. Tiedonsiirron käyttötapaus: Suunnittelusta → Suunnittelun koordinointiin. Rakennusteollisuus RT.
- Karstila, Kari; Serén Kalle 2005. Tiedonsiirron käyttötapaus: Tuotekirjastotiedon siirto. Rakennusteollisuus RT.
- Kiviniemi, Arto 2005. Tietomallien hyödyntäminen kannattavasti liiketoiminnassa. VTT, s. 2-3
- Kiviniemi, Arto 2005. Tietomallinnuksen hyödyt rakennussuunnittelussa. Tietomallinnus – arkkitehtuurin uusi mahdollisuus 29.9.2005.
- Kiviniemi, Arto. Tietomallintamisen ja IFC-tiedonsiirron tilanne maailmalla. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, s. 6
- Koivu, T. & Björnsson, H. 2003. Kohti kansainvälistä arvoverkottunutta rakentamista. Teknologia katsaus 137/2003. TEKES, Helsinki. s. 50
- Koivu, Tapio 2002. Kiinteistö- ja rakennusalan tietomallien ja yhteensopivuuden tulevaisuus. Vaihtoehtoisia skenaarioita ja teknologiapolkuja. Espoo: VTT Tiedotteita 2161
- Koppinen Tiina, Kiviniemi Arto 2007. Requirements Management and Critical Decision Points. VTT
- Kruus Matti, Kiiras Juhani, Raveala Jarmo, Saari Arto, Salmikivi Teppo. Malli suunnittelun ohjaukseen projektinjohtohankkeissa. Rakennustieto 2006. 71 s.
- Kärri, T. ja Uusi-Rauva E. 2003. Investointiprojektin kustannussuunnittelun perusteet. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto. 69 s.
- Laitinen, Jarmo 1998. Model Based Construction Process Management. Stockholm: KTH Högskoletryckeriet
- Laitinen, Jarmo 2002. Integroitu, tietomallipohjainen suunnittelu-, rakennus- ja kiinteistönhallintaprosessi. Rakennusfoorumi 6.5.2002
- Laitinen, Jarmo 2004. Investointiprosessin vaatimukset tietomallille 24.10.2004.
- Laitinen, Jarmo 2004. Tietomallintamisen avulla parempaa tuottavuutta ja laatua rakentamiseen. Armipäivät, Helsinki 25.–26.11.2004
- Laitinen, Jarmo 2005. Senaatti Kiinteistöjen investointiprosessi – Tietomallintamisen mahdollisuudet prosessin tukemiseksi 30.3.2005

Laitinen, Jarmo 2005. Senaatti Kiinteistöjen investointiprosessi – Huomioita tietomallintamisesta 1.6.2005

Leinonen, Markku & Huovila, Pekka, Requirements management in life-cycle design. In: Sarja, Asko, (editor), Integrated life-cycle design of materials and structures IL-CDES 2000. Proceedings of the RILEM / CIB / ISO Symposium, Helsinki, Finland, 22.-24. May, 2000. ISSN 0356-9403, ISBN 951-758-408-3, pp. 46-50. RIL- Association of Finnish Civil Engineers, 2000.

Niemioja, Seppo 2002. Arkkitehtisuunnitteluohjeet käytännössä. ProIT, Dipoli 23.9.2002

Niemioja, Seppo 2005. Arkkitehdin tietomallisuunnittelu – Yleiset perusteet ja ohjeita. 3. painos, elokuu 2005. ProIT

Niemioja, Seppo 2005. Tietomallintamisen periaatteet arkkitehtisuunnittelussa ja rakennusprosessissa esimerkki: ProIT. ”Tietomallinnus- arkkitehtisuunnittelun uusi mahdollisuus” 29.9.2005

Peltonen, T. , Kiiras, J. Projektinjohtorakentamisen kehittäminen. 1999.

Penttilä, Nissinen 2006. Tietomallintamisohjeet 2006 ja rakennetyyppitietokannan prototyyppi. ProIT 2005-11-14.

Penttilä, Nissinen, Niemioja 2006. ProIT Tietomallintaminen rakennushankkeessa – yleiset periaatteet. Rakennusteollisuus RT Ry, Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy, Helsinki. 64 s.

Puhto, Jukka & Tiainen, Anne. Kiinteistöhoiton hankintaprosessin kehittäminen. Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden raportteja 198. Espoo 2001

RIL 216–2001 Rakenteiden elinkaaritekniikka. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. 2001. 301 s.

Romo, Ilkka 2005. ProIT – Tietomallitieto rakennusprosessissa – päätösseminaari 14.11.2005. ProIT- projektin tulokset ja yhteinen tietomallinnuskäytäntö. Rakennusteollisuus RT Ry

Romo, Ilkka 2006. ProIT News, Tammikuu 2006. s. 4-5

Romo, Ilkka; Sulankivi Kristiina 2005. Tietomallipilotit 2005. VTT

Romo, Ilkka; Varis, Markku 2004. Tietomallinnus rakennesuunnittelussa – Perusteet ja ohjeita 1 29.9.2004. Finnmap Consulting Oy, Rakennusteollisuus RT Ry.

RT 10–10576 PS 01 Pääsuunnittelijan tehtäväluettelo

Sarja, Asko, Rakennusosien elinkaaritekniikka. Rakentajan ekotieto, uudisrakentaminen, s. 109–132. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy 2000.

Sarja, Asko, Rakenteiden elinkaaritekniikalle pohjaa ohjeistuksella. Rakennustekniikka 3/2001, s. 8-13. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.

Sulankivi, Kristiina; Nykänen Veijo; Koskela Lauri; Teriö Olli 2002. Nykyinen suunnittelurakentamisprosessi. Lähtötilannekuvaus tietomallitekniikkaa hyödyntävälle prosessille. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.

Suomen valtio. (8. Toukokuu 2002). A2 Suomen rakentamismääräyskokoelma - Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat A2 - Määräykset ja ohjeet 2002. *Ympäristöministeriön asetus rakennuksen suunnittelijoista ja suunnitelmista* . Helsinki.

Tuominen Pertti, 1993. Kiinteistöjohtaminen. Rakennustieto Oy. Helsinki. ISBN: 951-682-295-9

WWW-lähteet

- <http://www.lemcon.fi>
- <http://vtt.fi/tre/cmp/projects/proit>
- <http://www.granlund.fi>
- <http://www.ovenia.fi>
- <http://www.senaatti.fi>

Haastattelut

- CEJ-Arkkitehdit Oy, Eriksson Patrick
- CEJ-Arkkitehdit Oy, Haarasilta Paula
- CEJ-Arkkitehdit Oy, Jäntti Vesa
- CEJ-Arkkitehdit Oy, Vesen Juha
- Finnmap Consulting Oy, Valjus Juha
- Finnmap Consulting Oy, Varis Markku
- Helsingin Yliopisto, Ranta Pirjo
- Helsingin Yliopisto, Salmikivi Teppo
- Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, Järvinen Tero
- Insinööritoimisto Olof Granlund Oy, Laine Tuomas
- Lemcon Oy, Haapalainen Mira
- Lemcon Oy, Karppinen Annikki
- Lemcon Oy, Ketonen Päivi
- Lemcon Oy, Kurvinen Unna
- Lemcon Oy, Kuusiola Satu
- Lemcon Oy, Palosaari Ari
- Lemcon Oy, Partanen Matti
- Lemcon Oy, Uuttu Sini
- Lemcon Oy, Virit Artur
- Ovenia Oy, Turunen Mikko
- Senaatti-kiinteistöt, Karjalainen Auli
- Senaatti-kiinteistöt, Riikonen Jukka
- Senaatti-kiinteistöt, Ristolainen Kari
- TTY, Laitinen Jarmo

Muut julkaisut

Belloni, Kaisa. Senaatti-kiinteistöt Tietomallivaatimukset 2007 – Lähtötilanne. VTT 2007. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Hietanen, Jiri. Senaatti-kiinteistöt Tietomallivaatimukset 2007 – Määrälaskenta. To-coSoft Oy 2007. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Kiviniemi, Arto. Senaatti-kiinteistöt Tietomallivaatimukset 2007 - Tietomallipohjaiset tiedot suunnittelu- ja rakentamisprosessin eri vaiheissa. VTT 2007. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Koppinen, Tiina. Senaatti-kiinteistöt Tietomallivaatimukset 2007 – Rakennesuunnittelu. VTT 2007. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Kulusjärvi, Heikki. Senaatti-kiinteistöt Tietomallivaatimukset 2007 - Laadunvarmistus ja tietomallien yhdistäminen. Solibri Oy 2007. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Mäkeläinen, Tarja. Senaatti-kiinteistöt Tietomallivaatimukset 2007 – Arkkitehtisuunnittelu. VTT 2007. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Rekola, Mirikka. Senaatti-kiinteistöt Tietomallivaatimukset 2007 - Talotekniikka ja talotekniikan analyysit. VTT 2007. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Senaatti-kiinteistöt. Tietomallivaatimukset 1.10.2007 alkaen - Tietomallipohjaiset tiedot suunnittelu- ja rakentamisprosessin eri vaiheissa. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Senaatti-kiinteistöt. Tietomallivaatimukset 2007 – Perusohje. Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/document.asp?siteID=1&docID=546>

Julkaisematon aineisto

Kuusiola, Satu 2006. Tietomalliprosessi / ongelmakohdat

Kuusiola, Satu 2006. Tietomallitiedot / tietotarpeet hankkeen eri vaiheissa

Laasonen Mauri 2007. Rakennusmallien hyödyntäminen ylläpidon tiedonhallinnassa. Tampereen teknillinen yliopisto

Laasonen Mauri 2007. VBE II Work Package 4 Mallipohjainen kiinteistöliiketoiminta. Tampereen teknillinen yliopisto

LIITTEET

Liite 1 Haastattelu: Minkälaista hyötyä koette voivanne tuottaa rakennushankkeen muille osapuolille?

Aikasäästö

Aikataulut

Elinkaaritieto ja huoltokirja

Feedback

Konehuoneen suunnittelu

Logistiikka

Mallintamattomien suunnitelmien mallinnus

Monimutkaisen asian yksinkertaistus

Määrätieto

Olemalla asiakas, joka tietää mitä tilaa.

Suunnitelman törmäystarkastelut

Suunnitelmien verifiointi

Suunnittelu, valmistus, asennus, aikataulutiedot.

Suunnittelun ohjaus ja yleishyödyllisyys

Tavoitteiden hallinta

Tiedostomuotojen tieto rakennusaikaisen prosessin ja työpajojen ohjaamiseen

Tilajalle markkinointitarkoituksiin ja vuokrattavien tilojen määrien osoittaminen

Tilahallinnan tarpeet ja lähtötiedot

Työmaa- ja asennussuunnitelma

Työmaaturvallisuus

Täysipainoisuus projektin osapuolena

Virheettömämmät dokumentit

Yhteinen aikatauluhallinta

Liite 2 Haastattelu: Anna kolme konkreettista esimerkkiä, mitä onnistumisia tuotemallintamisessa on ollut työssänne.

Alkuvaiheessa investorille ja käyttäjälle visuaalinen näkemys ratkaisusta –> markkinointitarkoitus

Analysoinnit ja simulaatiot projektissa

Arkkitehdin suuntaan vaikutusanalyysit arkkitehdin ratkaisuksista

Elementtikaaviot

Erikoiskohteet ja niiden vaatimukset

Hankalat rakenteet

IV-konehuoneet 3D:nä ja tämä suoraan työmaalle katsottavaksi.

Mielenrauha

Määräluettelot

Nopea reagointi muiden osapuolten tarpeisiin

Ongelmallinen kohde helposti ymmärrettävänä

Pinta-alat

Pystytään vakuuttamaan omistaja-käyttäjä sekä projektinjohtokonsultti siitä, että suunnitelma on hyvä.

Rajapinnat

Runko ja julkisivu rakenteet

Rutinoitunut työ suurissa kohteissa

Suunnittelutieto valmistukseen asti

Tavoitteenmukaisuuden hallinta.

Teräsrakennemallit

Tietotaidon leviäminen

Työ on mielekästä –> eli ei viivan piirtämistä - vaan mallin rakentamista

Työmaapalaute ollut positiivista

Vertailulaskelmat

Liite 3 Haastattelu: Anna kolme konkreettista esimerkkiä, mitä ongelmia tuotemallintamisessa on ollut työssänne.

Epäselvä työnjako suunnittelijoiden kesken

Jatkuva laaduntarkkailu syö aikaresursseja ja työtunteja.

Kaikki osapuolet eivät ole sitoutuneita –> täysipainoiseen työhön tuotemallien kanssa ei päästä.

Kaikki tieto ei siirry oikein

Kirjasto ohjelman sisällä –> komponentit suunnittelulle. Kaikenkattavaa järjestelmää ei ole.

Käyttäjien koulutus vähäistä

Mallien yhteensovitus

Mallin tarkkuus epämääräinen –> ei ole sovittu saatikka pidetty linjaa

Mallinnettu melkein oikein –> väärät oletukset

Markkinointi pitäisi saada pyörimään –> insinöörit ja suunnittelijat eivät ole myyjiä

Muut eivät mallinna –> tietomalli jää hyödyntämättä

Muut tahot eivät ymmärrä, mihin mallia käytetään.

Nykyään ei selkeitä tuotteita tai työkaluja. Kehitys menee kuitenkin eteenpäin

Ohjelmistoissa ei vielä kaikkea automatiikkaa, mitä löytyy 2D-suunnittelusta.

Ohjelmistopuutteet

Osittaiset mallit ovat yhtä tyhjän kanssa ja vääristävät todellisuutta

Päivitysongelmat

Simulointeja ei voi tehdä ilman mallia. Simulointien saaminen vie työtunteja!

Sovellusohjelman toimimattomuus

Suunnittelijan vaatimukset tulevat reaalisiksi vain tietomallin avulla.

Suunnittelijaryhmät eivät ole rutinoituneita

Tallennus IFC-muotoon ei onnistu

Tiedon katoaminen ohjelmistopäivityksissä

Tiedon määrän hallinta

Tiedonsiirto

Tiedostokoko

Tilaaajan ylisuuret odotukset

Tilaaajien, asiakkaiden ja rakennuttajien osaaminen ja tietämys vielä puutteellista

Tulosteiden heikentynyt laatu

Tuotemallintamisen täytyy olla jatkuva prosessi, joka ei katkea rakentamisen jälkeen vaan tieto saadaan siirrettyä saumattomasti ylläpidon järjestelmiin.

Tuotetoimittajat eivät anna oikeaa tietoa tuotteistaan malleihin

Työkalu ei ole yleispätevä omalle alalle

Urakoitsijalle olisi paljon tarjolla, imua ei ole tällä hetkellä lainkaan.

Väärä mallintaminen kymmenkertaistaa ajankäytön.

Yhteisen terminologian puute

Liite 4 Haastattelu: Miten ratkaisitte ongelmakentät?

Avoimuus ja avoin työskentely –> uudet asiat tuntemattomia ja se pitää uskaltaa sanoa ääneen

Eri kirjastojen käyttö ja tarvittaessa omien objektien luonti

Feedback ohjelmistotuottajille

Jos joku ei toimi, niin homma hylätään ja palataan vanhaan tapaan.

Ohjeet talon sisäisesti –> oman toiminnan kehittäminen

Ohjeiden tiukka noudattaminen

Ohjelmistokehitykseen osallistuminen ja feedback ohjelmistokehittäjille.

Palaute ohjelmistokehittäjille tai ongelman kierto.

Rutinoitunut tiimi

Sopiminen asioista ennen kuin ryhdytään hommiin.

Suunnittelun tilaajien koulutus ja koulutus yleisesti tietomalleista

Liite 5 Haastattelu: Mitkä asiat vaikuttivat eniten onnistumisiin tuotemallintamisessa työssänne?

Alussa tavoitteiden määrittely

Ammattitaito.

Ei lähdetä suoraan järjestelmämallintamiseen vaan tehdään pohjatyö, mihin järjestelmämallinnus perustuu!

Feedback projektin osapuolten kesken

Keinot ratkaista suunnittelu sovitaan yhdessä

Koulutus

Ohjelmistojen toimivuus.

Oma vaikutus ja panos koko projektissa.

Porukka joka mallintaa, osaa. Haluavat tehdä työn mallintamisen ehdoilla ja tekevät sen oikein.

Positiivinen asenne tietomalleihin

Projektipäällikkönä tietotaito tietomallin edellytyksistä: pitää tietää edut, hyödyt, haitat ja ongelmakohtat

Tietomallista saatavat hienoudet rahoitetaan suunnittelubudjetista – > siirtymä markkinointi- ja mainosbudjettiin

Työtapojen lukkoon lyöminen

Liite 6 Haastattelu: Mitkä asiat vaikuttivat eniten epäonnistumisiin tuotemallintamisessa työssänne?

Aikataulu- ja kiirekysymys: jos on aikaa, niin ratkaisu löytyy aina.

Asuntorakentamisessa kirjastot ovat puutteellisia ja detaljit puuttuvat.

Ei määritelty tavoitteita, tiedonsiirtoa, suunnittelutarkkuuden tasoa

Epärealistiset tavoitteet

Kurittomuus

Liika luulo omista taidoista

Muiden mallien hyödyntäminen lähtötietona on vielä alkutekijöissään

Nykyään käytetään usein 2D-dwg kuvaa referenssinä mallin rakentamiselle

Ohjelmistojen kehitys väärään suuntaan

Ohjelmistopäivitykset sotkevat työrutiinin

Osaamisen puute

Pelissäntöjen noudattamatta jättäminen

Prosessin katkeaminen.

Rutiinin puute tietyissä kohdetyypeissä.

Sitoutumisen puute muilla osapuolilla.

Suunnittelukulttuurin vanhoillisuus

Suunnitteluryhmästä osa mallintaa ja osa ei

Tietoa hukkuu

Tulostaminen

Väärä asenne

Liite 7 Haastattelu: Mitkä ovat oman organisaatiosi kannalta päätavoitteet tuotemallintamisessa?

Asiakaskumppanuuksia

Asiakkaan liiketoimintaan tuki

Asiakkaan tarpeiden vastaaminen

Elinkaariasiakkuus

Elinkaarisuunnittelu

Elinkaaritiedon sitominen.

Kilpailukyvyn varmistaminen.

Laatua

Lisää osajia rakennusteollisuuteen

Luoda lisää liiketoimintaa.

Oman liiketoiminnan onnistuminen

Oman tekemisen ja tuottavuuden kehittäminen

Oman toiminnan järjeistäminen

Oman työn tehostaminen

Osaamisen kehittäminen

Rutiinia estää asennevamma, ei asian monimutkaisuus. Uusi tekniikka on uutta tekniikkaa, kaikkea ei voi hallita

Strategisten tavoitteiden saavuttaminen ja varmistaminen.

Tehdä todellisia kohteita, mallintaa ne todellisiksi oikeilla tuotteilla

Tiedon tuottaminen ylläpito-organisaation käyttöön

Tietomalli on tietopohja ja ohjenuora päätöksentekoon, ei syy päätöksiin –> jos tehdään väärä päätös, ei voida syyttää mallia.

Toimivia suunnitelmia.

Tulevaisuuden työkalu, josta hyötyä koko rakennushankkeelle

WBS

Virheiden vähennys, rakentaminen nopeammin ja helpommalla.

Yhteistoiminta muiden osapuolten kanssa

Liite 8 Haastattelu: Mitä välttämättömiä tarpeita näet tuotemallintamisen kehitykselle nyt?

Asennemuutos: halu hyväksyä uusi teknologia ja tilata sitä.
Asiakas mukaan teknologiaprojektiin
Elinkaarikustannusjärjestelmä
Hankkeen läpi virtaava tilamalli
Huollonohjaus
IFC-tiedonsiirto kuntoon
Joustavuus järjestelmästä toiseen
Kaikki tieto, mikä sisältää älykkyyttä kohtaa haasteen tiedon säilymisen kannalta.
Kansallinen ohjeistus ja toimintaohje
Koko prosessi sujuvaksi
Käyttötehokkuuden hallinta
Lähtötietojen määrittely kuntoon
Mallien yhdistämisen onnistuminen
Mallintamisprosessin hinta pitää määritellä
Malliserveri-asia: revisiointi ja älykäs hallintajärjestelmä
Muutoslokin ylläpito
Ohjeiden määrittely kohdekohtaisesti
Ohjelmistojen kehitys suunnittelijoiden työskentelyrutiinien ehdoilla ja alan tarpeita vastaavaksi.
Ohjelmistojen re-engineering
Ohjelmistokehitys alakohtaisesti yleispäteväksi
Ohjelmistosuunnittelijoiden kuunneltava loppukäyttäjää
Ohjelmistotekniikan kehittymistä kevyempään suuntaan
Paperitulosteista luopuminen
Prosessin sujuvuus
Päivitysten vastuujako – > päivitykset myös huoltosopimukseen
RT-kortiston päivitys: tehtävämäärittelyt mallintamisen lähtökohdista
Ryhmän tehokkuus riippuu älykkästä tiedonsiirrosta
Standardisointi kuntoon
Standardoitu ketju rakentamisprosessista ylläpidon prosessiin.
Tiedonsiirron joustavuus
Tiedonsiirto oikeasti toimivaksi
Tiedonsiirto.
Tiedonsiirtoformaatin tulee olla julkinen
Tietomallisuunnitteluprosessi kuntoon
Tilaaajan täytyy ruveta tilaamaan malleja
Tilamallin muuntuminen joustavaksi tilaohjelmaksi.
Tilamallin ylläpito koko hankkeen läpi

Tulostus kuntoon

Työmaakäytön rutinoituminen.

Uhkakuva: miten tieto ylläpidetään ajansaatossa ja voiko olemassa olevaan tietoon luottaa.

Urakoitsijoiden pitäisi kehittyä, jotta saisivat tiedot mallista

Vaiheistus kuntoon! ProIT:ssä aloitettu kehittämään, ohjelmistojen pitää tukea vaiheistusta (hanke, luonnos...)

Vanha tietomalli vs. tulevaisuuden ohjelmistot

Vanhojen mallien avaaminen ei onnistu uudella ohjelmalla; malli menee rikki, liitokset hajoavat.

Viranomaiskäytön tuleminen käytännöksi

Yhteinen kieli ja terminologia

Yhteistoiminta kehittämisessä ja missä tietomallia halutaan käyttää.

Yhteistyö suunnittelijoiden kesken toimivaksi

Ylläpidon aikaisen mallin hyödynnettävyys ja ylläpidon mallin ylläpitomenettelyt.

Liite 9 Haastattelu: Miten asiakkaanne kokevat tuotemallintamisen?

Asiakas osaa arvostaa mallista saatavia tuloksia

Asiakkaalla puutteellinen käsitys, mitä tietomalli todellisuudessa on

Asiakkaalle suunnittelun ohjauksen apuväline

Asiakkaalle tiedonsiirto on haaste, tietoa ei saisi hukkaa eikä tiedon tuottamisen tai siirron pitäisi tuottaa oleellisesti lisää työtä.

Asiakkaat pitävät tietomallin visuaalisuudesta – > näkevät jotain konkreettista

Haasteena on, että loppukäyttäjillä on hieman korkeammat odotukset, kuin mitä tällä hetkellä pystytään tuotemalleista tuottamaan.

Imua vs. ei halukkuutta

Jos tilaajalla ei ole mallille käyttöä, niin on ”turhaa” mallintaa.

Jotta malleja tilataan, täytyy mallilla olla selkeä hinta

Kilpailu tulee velvoittamaan mallien tilaamista

Leikkaukset ja elävä malli auttavat hahmottamisessa

Tilaaja ei aina saa mallia, koska ei ole tekijöitä tai ohjelmistolisenssejä ei riitä – > teknologian kalleus

Tilaajan pitää tietää, mitä hän tilaa.

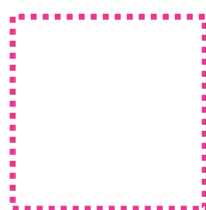
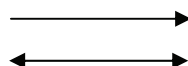
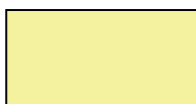
Tila-alueen ominaisuuksien hallinta. SUKE-malli

Liite 10 Prosessikaavion ohje

OSAPUOLET

TIL/RA	Tilaaaja/Rakennuttaja
KÄY/YL	Käyttäjä/Ylläpitäjä
ARK/PS	Arkkitehti/Pääsuunnittelija
RAK	Rakennesuunnittelija
TATE/EKA	TATE-suunnittelija/Elinkaariasiantuntija
PJ	Projektinjohtourakoitsija
A/T	Aliurakoitsija/Toimittaja
VIR	Viranomainen

PROSESSIKAAVION SYMBOLIT



Keltainen:

Tehtävä, tapahtuma, tapahtumasarja tai toimenpide
Päätös, joka ei tuota tietomallia

Vihreä:

Toimenpide, joka tuottaa dokumentin, mallin tai kuvauksen asiasisällöstä

Punainen:

Tietomalli, joka sisältää kuvauksen tietosisällöstä

Sininen:

Prosessin apusolmu siirryttäessä prosessissa seuraavalle kaavionsivulle

Nuolet:

Prosessi jatkuu nuolen suuntaan

Katkoviiva:

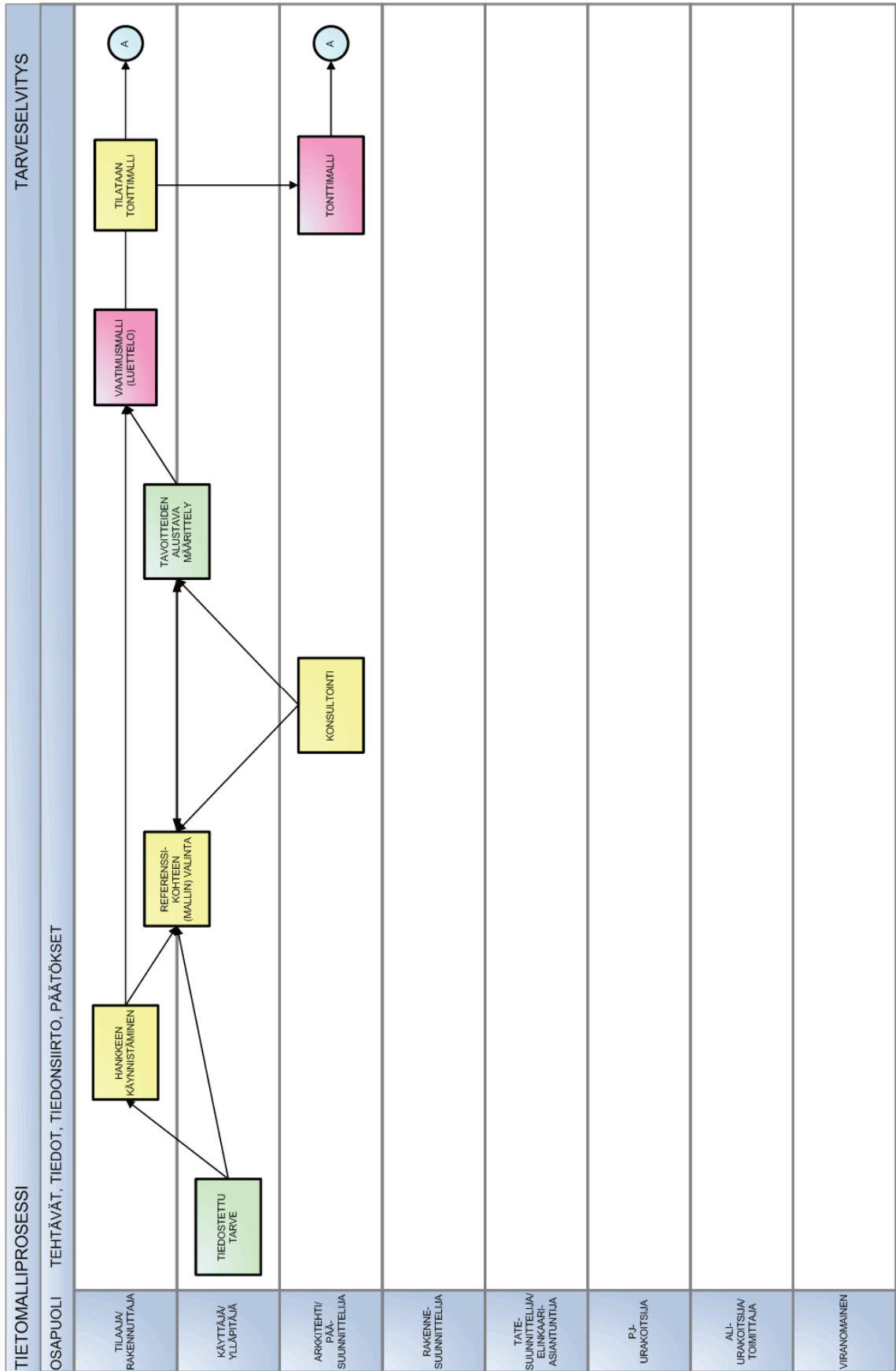
Prosessi pyörii katkoviivalla rajatun alueen sisällä

Lukko:

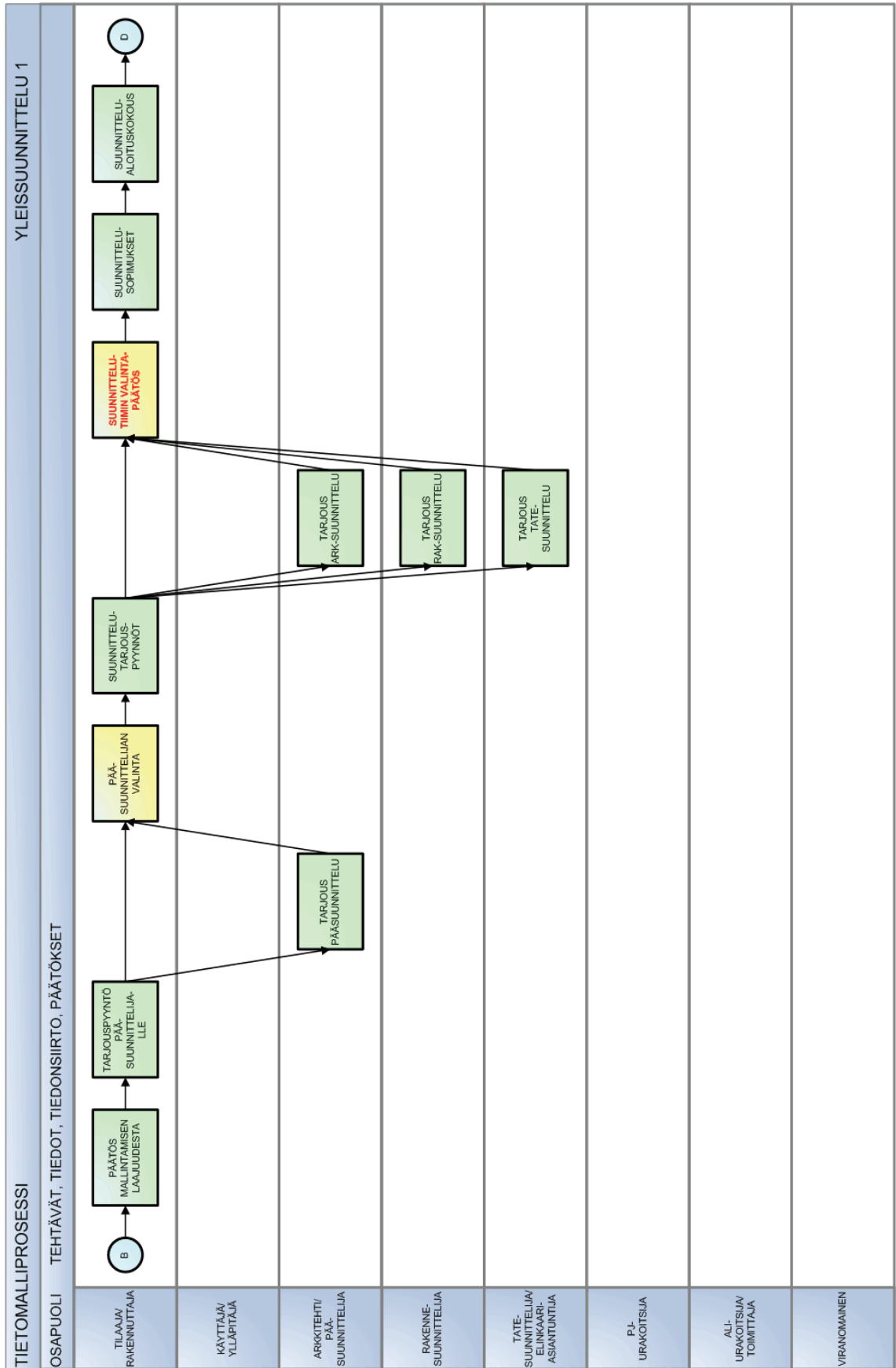
Natiivimallit säilytetään hankkeen tilaajalla. Natiivimallit säilytetään sellaisena kuin ne ovat, ylläpidon malli toimii muutoskohteena.

Prosessikaavioon liittyvät tietosisällöt on esitetty liitteissä 19–76

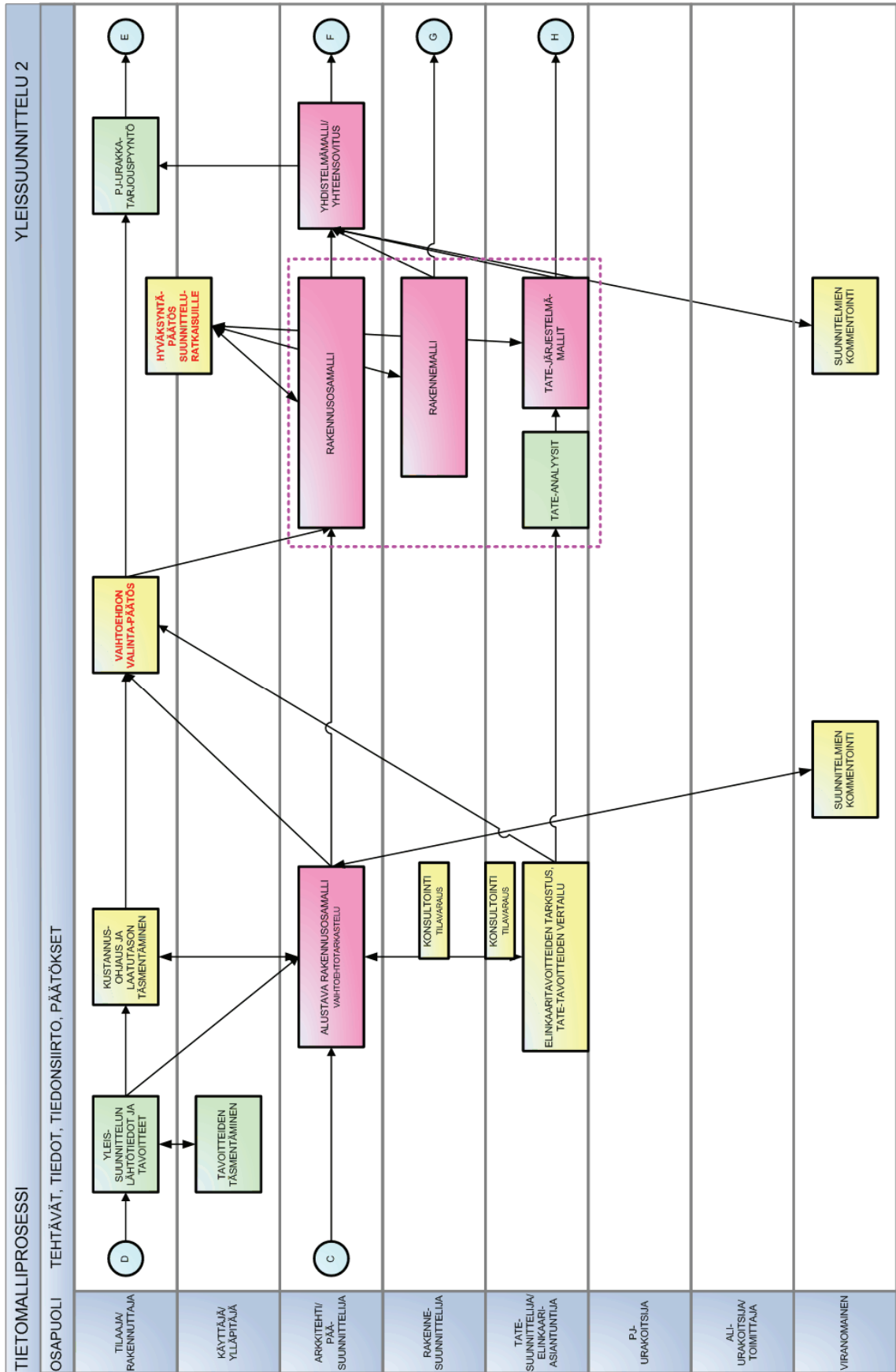
Liite 11 Tarveselvitys



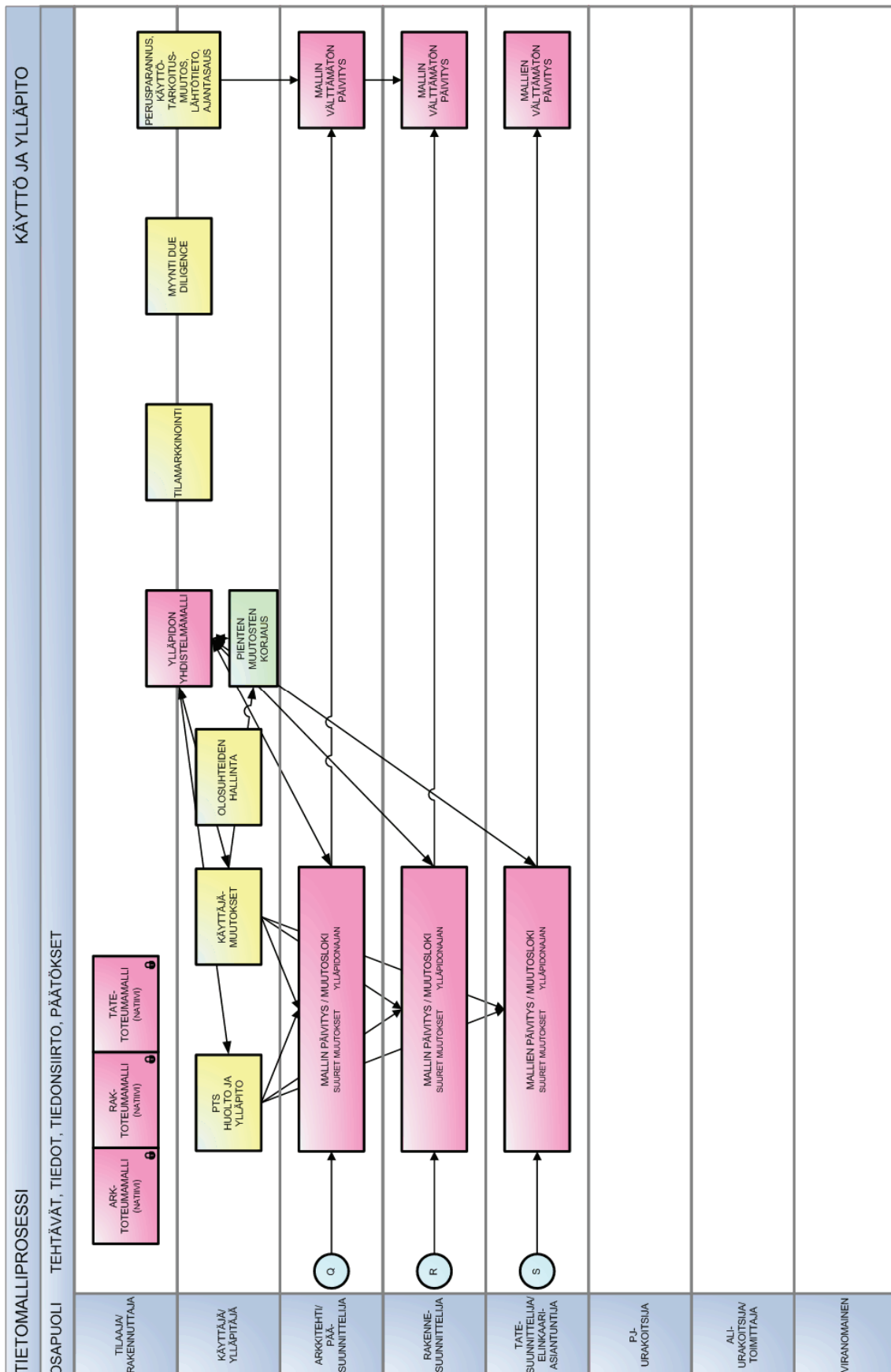
Liite 13 Yleissuunnittelu 1



Liite 14 Yleissuunnittelu 2



Liite 18 Käyttö ja ylläpito



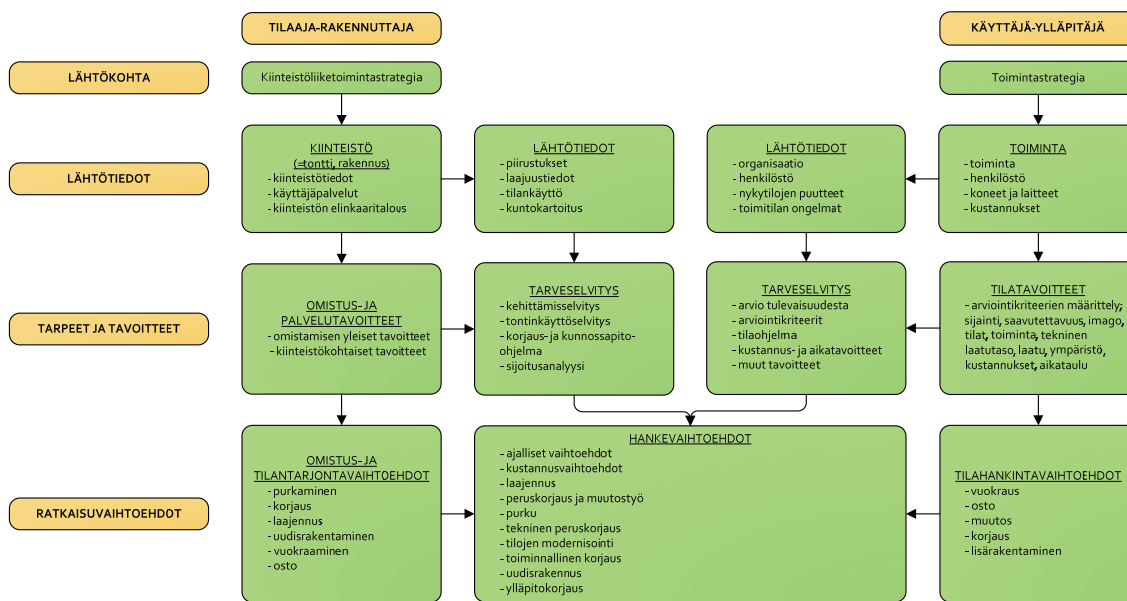
Liite 19 Tiedostettu tarve – tietosisältö

Prosessin vaihe	Tarveselvitys
Päätöspiste	Hankepäätös
Osapuoli	Käyttäjä/Ylläpitäjä
Tietosisältö	<p>Käyttäjän muuttunut tilatarve:</p> <ul style="list-style-type: none"> • yrityksen toiminnan tarvitsema rakenne, tilan tarve tai TATE-verkosto muuttuu • yritykselle asetettu ekologisia velvoitteita • yrityksen käyttämät tilat halutaan tukemaan liiketoimintastrategiaa, taloudellisen toimintaedellytyksen vahvistaminen tai muutokset liiketoiminnassa • strateginen investointipäätös • kiinteistösijoitus (käyttäjä on yhtä kuin omistaja) • työympäristökehittäminen <p>Rakennustarpeen</p> <ul style="list-style-type: none"> • laajuus • laatutaso • käyttötarkoitus • erikoistarpeet • tyyppi (lisätilatarve, korjaustarve, muutostarve) <p>Palvelutarpeen määrittely</p> <ul style="list-style-type: none"> • tarpeet suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa • yrityksen liiketoimintaa tukevat kiinteistöpalvelut • uuden toimitilan arvo yritykselle <p>Yrityksen sisäiset ja ulkoiset muutokset, jotka vaikuttavat tilatarpeeseen.</p>
Toiminto	Rakennuksen käyttäjä/ylläpitäjä tiedostaa ja ilmaisee tarpeen.
Tulosteet	Tiedostettu tarve eli kuvaus tarpeesta ja tarpeen ilmaistu määrittely

Liite 20 Tavoitteiden alustava määrittely – tietosisältö

Prosessin vaihe	Tarveselvitys
Päätöspiste	Hankepäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja ja Käyttäjä/Ylläpitäjä
Tietosisältö	<p>Tavoitteet rakennukselle ja rakennusprosessille</p> <ul style="list-style-type: none"> • toiminnalliset tavoitteet • olosuhteet (sisäilman laatu jne.) • elinkaaritavoitteet • energiataavoitteet • tekniset tavoitteet • ympäristötavoitteet <p>Budjetti- ja aikataulutavoitteet</p> <p>Laajuuden kokonaistavoitteet</p> <ul style="list-style-type: none"> • erilaisten toimintojen kokonaisalat • kerrosala • asemakaava • bruttoala • tilavuus <p>Tavoitteet mallintamiselle</p> <ul style="list-style-type: none"> • mallien käyttötavat suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa • mallit ovat lähtötieto huoltokirjalle. Ennen mallintamisprosessin aloitusta tulee sopia, mitä nimikkeistöä käytetään ja mitä tietoa mallista tarvitaan. <p>Rakennushankkeen inhimillinen puoli: miten uusi rakennus palvelee ihmistä</p> <p>Tavoitteet rakennushankkeen kannattavuudelle → strateginen sijoittaminen</p> <p>Rakennushankkeen visuaalisuus, esteettisyys, imago ja rakennuksen brändi yrityksen näkökulmasta</p> <p>Laatutavoitteet</p> <p>rakennuksen esteettisyys uusiokäyttömahdollisuus käyttäjän valmius maksaa kohteen käytöstä</p>

	Viranomaisten asettamat lait, määräykset ja ohjeet
Toiminto	<p>Asiakas- ja viranomaisvaatimusten hallinta</p> <p>Elinkaarivaatimusten määrittely</p> <p>Energiatavoitteiden määrittely</p> <p>Tavoitteiden sekä vaatimusten koonti ja analysointi</p> <p>faktat ja rajoitteet olosuhde vaatimuslistan määrittely ja hallinta</p> <p>Olosuhdetavoitteet</p>
Tulosteet	Tavoitelista



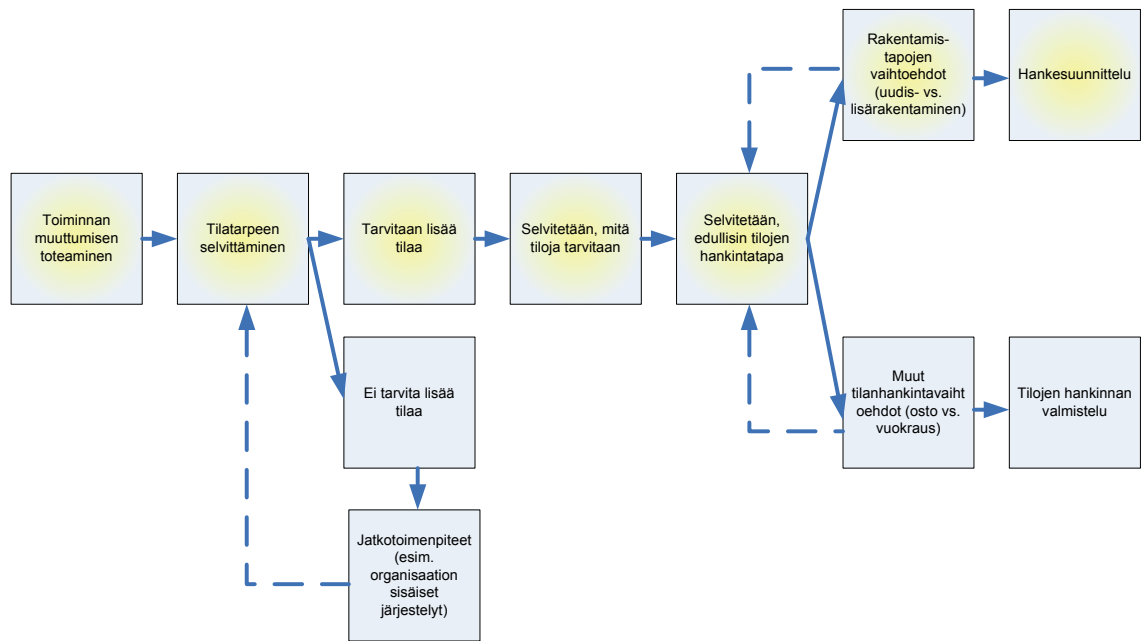
Kuva 19 Tavoitteiden määrittely

Liite 21 Vaatimusmalli – tietosisältö

Prosessin vaihe	Tarveselvitys
Päätöspiste	Hankepäätos
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja-Käyttäjä/Ylläpitäjä
Tietosisältö	<p>Käyttäjän ja ylläpitäjän tarpeet</p> <p>Tavoitteet rakennukselle ja rakennusprosessille</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ toiminnalliset tavoitteet ▪ tavoitteet olosuhteille (sisäilman laatu jne.) ▪ elinkaaritavoitteet ▪ energiatavoitteet ▪ tekniset tavoitteet ▪ ympäristötavoitteet <p>Budjetti- ja aikataulutavoitteet</p> <p>Laajuuden kokonaistavoitteet</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ erilaisten toimintojen kokonaisalat ▪ bruttoala ▪ tilavuus <p>Vaatimukset</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ rakennusalueen vaatimukset ▪ tilaaajan ja käyttäjän vaatimukset rakennukselle, rakennusosille ja tiloille ▪ toiminnan vaatimukset ▪ viranomaisvaatimukset ▪ ylläpidon vaatimukset <p>Tilahankkeen käyttäjälähtöiset tarveselvitykset</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ strategiset (työympäristökehittäminen) ja inhimilliset (esteettömyys) vaatimukset ja niiden merkitys toimintoille ja tiloille ▪ tuotteiden ja palvelujen määrittäminen ▪ ydin- ja tukitoimintojen määrittäminen ▪ toimintokohtaiset tilantarvevaatimukset ▪ toimintojen parantaminen ▪ vaihtoehtoiset tulevaisuuden toimintamallit ▪ toimintojen vaatimat tilaratkaisut ▪ vaihtoehtoisten toimintamallien tilaratkaisut

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vaihtoehtoisten tilaratkaisujen vertailu ▪ tilakokonaisuuden sekä sen laajuuden ja laadun valinta ▪ tilaratkaisun periaatepäätös ja päätös jatkotoimista <p>Käyttäjän tarveselvitys</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ lähtötiedot ▪ tekninen taso, laatu ▪ ympäristönäkökohdat ▪ aikataulu ▪ taloudelliset mahdollisuudet ▪ toiminta, toimivuus ▪ tilaohjelma ▪ käyttäjän hankinnat ▪ muut kustannukset ▪ tavoitebudjetti ▪ arvio tulevaisuudesta ▪ tiloille asetettavat tavoitteet ▪ sijainti, saavutettavuus ▪ autopaikat ▪ imago ▪ muunneltavuus ▪ turvallisuus ▪ vuokratavoite eri käyttäjille
<p>Toiminto</p>	<p>Tarpeiden määrittely</p> <p>Tarvekartoitus</p> <p>Tontin maastomallin tilaus</p> <p>Vaatimusmäärittelyihin liittyvät elinkaarianalyysit</p> <p>Elinkaarivaatimusten määrittely</p> <p>Energiatavoitteiden määrittely</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ faktat ja rajoitteet <p>Käyttäjän tarveselvityksestä käytetään usein nimitystä tilatarveselvitys.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ laajuus ▪ laatutaso ▪ mitkä ovat asiakkaan tarpeet ja miksi ▪ budjetti <p>Olosuhde -, asiakas- ja viranomaisvaatimusten hallinta</p> <p>Tarvekokonaisuuden esittely suunnittelijalle</p>

	<p>Päätöksentekoa tukevat analyysit</p> <ul style="list-style-type: none">▪ rakennuksen käyttö- ja muuntojoustotarpeet <p>Tarpeiden visualisointi</p> <p>Tavoitteiden sekä vaatimusten koonti ja analysointi</p> <p>Ideoiden koonti ja testaus</p> <ul style="list-style-type: none">▪ investointi <p>Tilatarveselvityksessä kuvataan käyttäjän liiketoimintaa ja sille asetettuja tavoitteita.</p> <p>Toiminnan kautta päästään kiinni käyttäjän tiloissa tapahtuvaan toimintaan, sen vaatimiin tilatarpeisiin ja tilojen ominaisuuksiin.</p>
Tulosteet	<p>Projektivaatimukset</p> <p>Viranomaisvaatimukset</p> <p>Sähköisessä muodossa oleva kuvaus asiakkaan tarpeista ja viranomaisvaatimuksista, sekä olosuhteiden ja ympäristön asettamista reunaehdoista.</p> <p>Asiakkaan päätöksen tekoa tukevat suunnitelmat</p> <ul style="list-style-type: none">▪ ympäristöselvitys▪ alueen ja maankäytön suunnittelu▪ rakennuksen alustava massoittelu (2D – 3D) <p>Tilaohjelma</p> <p>Tavoitebudjetti</p> <p>Alustava hankeaikataulu</p> <p>Rakennuspaikka</p>



Kuva 20 Tarveselvityksen kulku.

Liite 22 Tonttimalli – tietosisältö

Prosessin vaihe	Tarveselvitys
Päätöspiste	Hankepäätös
Osapuoli	Tilaaaja
Tietosisältö	Kohdetiedot Tontin pinta-ala Sallittu kerrosala Tehokkuus Kunnallistekninen valmius Geometria Kaavaselvitys Kasvillisuus Koordinaatisto Maaperätieto Maasto Mahdolliset kulkuväylät Mittaustieto Olemassa olevat rakennukset ja rakenteet Rajapisteet ja muut juridisesti tai teknisesti merkittävät pisteet Rakennusalueen vaatimukset Rakennuspaikan vaatimukset Rakennuspaikkatiedot Tontin muoto

	<p>Tontin rasitteet</p> <p>Tontin sijainti</p> <p>Viranomaismääräykset</p> <p>Visuaalisuus</p> <p>Vaatimukset rakennuspaikalle</p>
Toiminto	<p>Tontin malli on vähintään 3D-pintamalli, jonka tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti.</p> <p>Tilaaaja hankkii maastomallin GEO-suunnittelijalta tai maamittaajalta. Tontin maastomalli luovutetaan tilaajalle.</p>
Tulosteet	<p>Asemakaava</p> <p>Alueen ja maankäytön suunnittelu</p> <p>Kasvillisuuskarttoitus</p> <p>Olemassa olevat rakenteet</p> <p>Rakennuspaikkaselvitys</p> <p>Tontin maasto- ja tietomalli</p> <p>Tontin mikroilmasto</p> <p>Ympäristöselvitys</p> <p>Suunnitelmat ympäristölle ja alueelle</p>

Liite 23 Suunnittelutarjouspyyntö arkkitehti – tietosisältö

Prosessin vaihe	Hankesuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä Investointipäätös
Osapuoli	Tilaaaja - Arkkitehti
Tietosisältö	<p>Perustiedot tilaajalta</p> <ul style="list-style-type: none"> • vaatimus tietomallipohjaisesta suunnittelusta • tilaajan tiedot • kohdetiedot • tehtävämäärittely • työnanto • aikataulu • palkkio • sopimus ja sopimusehdot • tarjouksen jättämisen ohjeet • tarjouksen sisältö-määrittely • tarjouksen hyväksymisen ehdot <p>Tarvittaessa lisäksi vaadittavat tiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • liitteet • vaadittavat tiedot suunnittelijoiden koulutuksesta ja kokemuksesta • palveluun lasketut resurssit, aika ja koneet • sijaiskysymykset • referenssit • poikkeustilanteet • sopimusrikkomukset • valvonnan järjestelyt • yritystiedot <p>Mallin omistusoikeuden määrittely</p>
Toiminto	<p>Tarjouspyyntö tietomallipohjaisesta suunnittelusta</p> <p>Tilaaaja</p> <ul style="list-style-type: none"> • tuntee omat ja käyttäjien tarpeet • osaa määritellä tarvitsemansa palvelun • suunnittelee tilauksen huolellisesti • laatii selkeät hankinta-asiakirjat • tekee yksilöidyn tarjouspyynnön
Tulosteet	Vapaamuotoinen konsulttitarjouspyyntö

Liite 24 Suunnittelutilaus arkkitehti – tietosisältö

Prosessin vaihe	Hankesuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä Investointipäätös
Osapuoli	Tilaaaja – Arkkitehti
Tietosisältö	RT 80254 Konsulttitoimeksiannon tilaus/tilausvahvistus/sopimus Suunnitteluohjeet
Toiminto	Tilaus tietomallipohjaisesta suunnittelusta
Tulosteet	RT 80254 Konsulttitoimeksiannon tilaus/tilausvahvistus/sopimus

Liite 25 Tilaryhmämalli

Prosessin vaihe	Hankesuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä Investointipäätös
Osapuoli	Arkkitehti
Tietosisältö	Tilaryhmän tietosisältöön kuuluvat <ul style="list-style-type: none"> • bruttoalat (kokonaisala) • huoneistot • huoneistoalat • tilatyypit • tilatyypitunnukset • kerrosalat (rakennusoikeuteen laskettava tilat) • kiinteä perusosa vs. muuttuva tilaosa • kuilut • laatutason määrittely • lohkot (rakennusaikainen lohkojako) • osastot • palo-osastoinnit • rakennustapaselostus • vuokrattavat tilat vs. ei-vuokrattavat tilat Suunnitelman visuaalisuus
Toiminto	Tilaryhmämalli kattaa tilaryhmävaatimuksia vastaavat tilaratkaisut Tilaryhmämallin laatimisen perustana on tilaohjelma. Tilaohjelma sisältää tiedot, jotka siirtyvät malliin vaatimuksina seuraaville suunnitteluvaiheille.
Tulosteet	Kiinteistönpidon lähtötieto Tilamalli Tilapohjainen kustannusarvio Minimivaatimus on tilaohjelma, jota voidaan käyttää ohjelman ja suunnitelmaratkaisujen vertailussa. Tilaohjelman tulee sisäl-

	tää tilakohtaiset pinta-ala- ja erityisvaatimukset.
--	---

Liite 26 Tavoitteiden täsmentäminen – tietosisältö

Prosessin vaihe	Hankesuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä Investointipäätös
Osapuoli	Käyttäjä/Ylläpitäjä
Tietosisältö	Tarkentuneet <ul style="list-style-type: none"> • olosuhdetavoitteet • energiankulutustavoitteet • muuntojoustavuustavoitteet • aikataulutavoitteet • laajuustiedot • käyttötarkoitustiedot • vaatimukset rakennuspaikalle • tilaohjelmataavoitteet • tavoitebudjettitavoitteet • rakennuspaikkataavoitteet • lait • määräykset • ohjeet • ylläpidon tavoitteet • ympäristötase-tavoitteet <p>Yhteinen nimikkeistö projektiosapuolten kesken</p>
Toiminto	Tavoitteiden täsmentäminen Elinkaarivaatimusten määrittely
Tulosteet	Tavoitehinalaskelma Tavoiteluettelo

Liite 27 Tavoitteet ja tavoitehintalaskelma – tietosisältö

Prosessin vaihe	Hankesuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä Investointipäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	Tilaryhmämalli ja tilamalli
Toiminto	Tavoitteiden täsmentämisen ja elinkaarivaatimusten määrittelyn jälkeen suoritetaan kustannuslaskenta, jossa todetaan tehtyjen suunnitteluratkaisujen vaikutus kokonaisbudjettitavoitteeseen. Suurin vaikuttava tekijä kustannuksiin tässä vaiheessa on kohteen laajuus. Tavoitehintalaskelmaa voi seurata yksi tai useampi tilaryhmämallin suunnittelun iteraatiokierros.
Tulosteet	Tavoitehintalaskelma Tavoiteluettelo

Liite 28 Tilamalli – tietosisältö

Prosessin vaihe	Hankesuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä Investointipäätös
Osapuoli	Arkkitehti
Tietosisältö	<p>Lähtötiedot: vaatimusmalli (tilaohjelma tilaajalta) ja tonttimalli</p> <p>Tilamalli sisältää hankkeen</p> <ul style="list-style-type: none"> • laajuustiedot → pinta-alat ja tilavuudet • huonetilat → tilaohjelmaan kuuluvat tilat, tilaohjelmaan kuulumattomat tilat • tilavaraukset • teknisten järjestelmien tilavaraukset • sijainnit → koordinaatit, alueen sijainnit, rakennuksen sijainnit <p>Tilamallin sisältämää tietoa voivat olla</p> <ul style="list-style-type: none"> • huonekortit • huonenumerointi • ikkunat • aukot • kalusteet, varusteet, laitteet • LVI – järjestelmät • sähköjärjestelmät • talotekniikan tilavaraus • kuormitus, kestävyys, turvallisuus • maksimaalinen massa • määrätieto • pinta-alat • rakennustapaselostus • sisäilmasto-olosuhteet • sisäpuoliset pintarakenteet • tilaluettelo tilatarpeineen (m²) • tilan jako-osat • tilan käyttö ja käyttäjät • tilan nimi • tilaominaisuudet • tilatunnus • tilavuudet • valaistus • yhteydet ja vaikutukset muualle • ylläpidon nimikkeistö • huoltokirja • ääneneristys

	Suunnitelman visuaalisuus
Toiminto	<p>Arkkitehdin tilamallin tulee olla tehty niin, että siitä saadaan helposti tilojen tyypit ja pinta-alat sekä rakennuksen kokonaistilavuus.</p> <p>Arkkitehdin tilamallin tulee sisältää tilojen tyypit, pinta-alat sekä rakennuksen kokonaistilavuus.</p> <p>Tilamalli kattaa tilavaatimuksia vastaavat tilaratkaisut.</p> <p>Tilamallin laatimisen perustana on tilaohjelma. Tilaohjelma sisältää tiedot, jotka siirtyvät malliin vaatimuksina seuraaville suunnitteluvaiheille.</p> <p>Rakenteiden ja rakennusosien elinkaarivaatimusten vertailu vaatimusten ja tavoitteiden perusteella.</p> <p>Arkkitehtisuunnittelun vaatimusmäärittelyn ja tilaohjelman laatimisen tekniset ja taloudelliset konsultointitehtävät.</p> <p>Tilamallia käytetään massoitteluun, eri vaihtoehtojen havainnollistamiseen, rakennuksen sijoittamiseen tontille, kaupunkikuvallisiin ja maisematutkielmiin.</p> <p>Tilamalli toimii lähtötietona mallipohjaiselle määrälaskennalle ja alustaville energiatarkasteluille</p> <p>Tilat mallinnetaan tilaobjekteina</p> <p>Bruttopinta-ala mallinnetaan tilaobjektina</p> <p>Tilat jaetaan toiminnallisesti, käyttötarkoituksen mukaan. Projektiosapuolten tulee sopia yhteisesti tilojen nimeämiskäytäntö.</p>
Tulosteet	<p>Tilamalli</p> <p>Määrälaskelmat</p> <p>Tilapohjainen kustannusarvio</p>

	<p>Elinkaari- ja energialaskelmat</p> <p>Kiinteistöpidon lähtötieto</p> <p>Minimivaatimus on tilaohjelma, jota voidaan käyttää ohjelman ja suunnitelmaratkaisujen vertailussa. Tilaohjelman tulee sisältää tilakohtaiset pinta-ala- ja erityisvaatimukset.</p>
--	--

Liite 29 Hankesuunnitelma – tietosisältö

Prosessin vaihe	Hankesuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä Investointipäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	Tilatarpeet Tilaohjelma Käyttötarkoitus Tilojen tietosisältö Hankkeen laajuus Kustannusvaikutus (rakentaminen ja ylläpito) Elinkaarikustannukset Toteuttamisajankohta
Toiminto	Hankesuunnitelma sisältää hankkeen kannalta välttämättömät ja oleelliset perustiedot
Tulosteet	Hankesuunnitelma Kustannusanalyysi Aikataulu Elinkaarianalyysi Lähtötiedot suunnittelulle

Liite 30 Päätös mallintamisen laajuudesta – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Investointipäätös Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	<p>Mallin tarkkuustason, käyttötarkoituksen ja sisällön määrittely</p> <p>Tiedonhallinnan näkökulma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • nimikkeistö standardina • laatukäsite (mikä on laatutavoite) • käyttöiät • muuntojoustavuus <p>Mallintamisen laajuuden ja sisällön kannalta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mitä tietoa on saatavilla kulloinkin = huollon laajuudet • huonenumerointi, jos halutaan tarkastella käyttäjän tarpeita • tilojen fyysinen käyttöjoustavuus muutostilanteessa • kiinteistökemiallinen muuntojoustavuus <p>Nimikkeistöjen yhteensopivuus</p> <p>Mallintamisen minimilaaajuus</p> <p>Nämä vaativat tilakäytöllisesti tiedon, mikä on mahdollista ja miten tekniikka tukee sitä. Tämä tieto auttaa käyttäjää ja tilaa- jaa päättämään, mikä on korjaustarpeen laajuus korjaustilan- teissa tulevaisuudessa.</p>
Toiminto	<p>Tilaaaja/Rakennuttaja määrittelee, mikä on mallintamisen laa- juus ja tarkkuustaso. Tämän määritelmän puitteissa suunnitte- lutiimi mallintaa suunnitelmansa. Mallintamisen laajuutta pää- tettäessä on tilaaaja/rakennuttaja-osapuolen pohdittava, mitkä ovat kriittisimmät tiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • päätöspisteissä • kustannusten hallinnassa • valintojen teossa • suunnitteluvaihtoehtojen vertailuja tehtäessä

Ennen kuin tarjouspyynnöt lähetetään, tilaaja ottaa kantaa, mikä on mallintamisen laajuus ja tiedonhallinnan näkökulma:

- miten tieto siirtyy eteenpäin?
- mitä tiedonsiirroilta edellytetään, että tieto siirtyy eteenpäin?

Projektien mallinnuksen tarkoituksena on varmistaa projektin tavoitteiden mukainen laajuus, kustannukset ja toimivuus.

Tilaaaja/Rakennuttaja-näkökulmasta mallintamisen minimilaa-juus rajataan lähtötilanteen ja arkkitehtisuunnittelun mallintamiseen, visualisointiin sekä arkkitehdin mallien pohjalta tehtävään laajuus- ja kustannusseurantaan.

Arkkitehtisuunnittelussa mallinnetaan suunnitteluprosessi kokonaisuudessaan. Ehdotussuunnitteluvaiheessa arkkitehdin mallintaminen alkaa tilamallipohjaisesta vaihtoehtojen esittämisestä.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa mallinnuksen pääpaino on investointipäätöksen tukemisessa. Mallin avulla vertaillaan vaihtoehtojen laajuus-, kustannus- ja elinkaariominaisuuksia. Kustannusseurannan vuoksi tilojen huoneohjelman mukaiset tyyppitiedot liitetään arkkitehdin malliin.

Yleissuunnitteluvaiheessa suunnittelun ohjaukseen käytetään aiempien tietomallien tietojen lisäksi mallipohjaisia alustavia rakennusosa-arvioita. Rakennusosa-arvioita tarkennetaan detajisuunnittelussa.

Rakennuksen energiatalous pyritään varmistamaan simuloimalla rakennuksen energiankulutusta ennen investointi- ja hankepäätöksiä. Elinkaariasiantuntijan ja TATE-suunnittelijan analyysien tuloksia rakennuksen käytönaikaisen energiankulutuksen seurannassa hyödynnetään myös myöhemmin rakennusprosessissa.

Rakenne- ja TATE-järjestelmien mallintamiseen pyritään

	yleissuunnitteluvaiheessa. Rakenne- ja TATE-mallien laajuus päätetään hankekohtaisesti. Mallien käyttö ja tietosisältö tulevat olemaan suunnittelusopimuksissa sitovia vaatimuksia.
Tulosteet	Määritelmä, kuinka tarkasti mallinnetaan kussakin projektin vaiheessa.

Liite 31 Suunnittelutarjouspyyntö pääsuunnittelijalle – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	Tilaaaja - Pääsuunnittelija
Tietosisältö	<p>Perustiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • vaatimus tietomallipohjaisesta suunnittelusta • kuvaus mihin ja mitä tietomalleja käytetään • yhdistelmämallin kokoaminen • tilaajan tiedot • kohdetiedot • tehtävämäärittely • aikataulu • palkkioperuste • sopimus ja sopimusehdot • tarjouksen jättämisen ohjeet • tarjouksen sisältö-määrittely • tarjouksen hyväksymisen ehdot <p>Tarvittaessa lisäksi vaadittavat tiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • muiden suunnittelualojen tietomallien hyödyntäminen ja vaatimukset tietomallien käytölle • liitteet • konsulttihenkilöstön koulutus ja kokemus • palveluun lasketut resurssit, aika ja koneet • poikkeustilanteet • referenssit • sijaiskysymykset • sopimusrikkomukset • valvonnan järjestelyt • yritystiedot <p>Mallin omistusoikeuden määrittely, mallin tarkastaminen ja vastuualuekysymykset</p>
Toiminto	<p>Tarjouspyyntö tietomallipohjaisesta suunnittelusta</p> <p>Tilaaaja</p> <ul style="list-style-type: none"> • tuntee omat ja käyttäjien tarpeet • osaa määritellä tarvitsemansa palvelun • suunnittelee tilauksen huolellisesti • laatii selkeät hankinta-asiakirjat • tekee yksilöidyn tarjouspyynnön
Tulosteet	Vapaamuotoinen konsulttitarjouspyyntö

Liite 32 Suunnittelutarjous pääsuunnittelusta – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	Pääsuunnittelija – Tilaaja
Tietosisältö	<p>Perustiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • yhdistelmämallin kokoaminen • mallintamisen koordinointi • tiedon vaihto tietomallipohjaisesti suunnittelijoiden kesken • tiedon vaihto tietomallipohjaisesti suunnittelijoiden kesken • käytettävät mallinnusohjelmistot • tiedonsiirto • perusmäärittelyt mallintamisen osalta • suunnittelijayhteistyö mallintamisessa • mallin omistus- ja käyttöoikeus • mallin luovutus kolmannelle osapuolelle ja mallin käyttö projektissa sekä projektin ulkopuolella (esim. markkinointi, laskutus..) • mallin ylläpito kiinteistön ylläpidon ja käytön aikana • palvelukuvaus • hinta • maksuehdot • sopimusehdot • tarjouksen toimitusaika ja voimassaolo • yhteyshenkilö/lisätiedot • mahdolliset liitteet <p>Tarvittaessa lisäksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • mallinnusohjelmistot • referenssit • yritystiedot • palveluun lasketut resurssit, aika ja koneet • palveluhenkilöstön koulutus ja kokemus • valvonnan järjestelyt • sopimusrikkomukset • sijaiskysymykset • poikkeustilanteet <p>Mallin omistusoikeuden määritelmä</p>
Toiminto	Tarjous tietomallipohjaisesta suunnittelusta
Tulosteet	Vapaamuotoinen konsulttitarjous

Liite 33 Suunnittelutarjouspyyntö – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	Tilaaaja - Suunnittelija
Tietosisältö	<p>Perustiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • vaatimus tietomallipohjaisesta suunnittelusta • kuvaus mihin ja mitä tietomalleja käytetään • yhdistelmämallin kokoaminen • tilaajan tiedot • kohdetiedot • tehtävämäärittely • työnanto • aikataulu • palkkio • sopimus • tarjouksen jättämisen ohjeet • tarjouksen sisältö-määrittely • tarjouksen hyväksymisen ehdot <p>Tarvittaessa lisäksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • muiden suunnittelualojen tietomallien hyödyntäminen ja vaatimukset tietomallien käytölle • liitteet • konsulttihenkilöstön koulutus ja kokemus • palveluun lasketut resurssit, aika ja koneet • poikkeustilanteet • referenssit • sijaiskysymykset • sopimusrikkomukset • valvonnan järjestelyt • yritystiedot <p>Mallin omistusoikeuden määritelmä</p>
Toiminto	<p>Tarjouspyyntö tietomallipohjaisesta suunnittelusta</p> <p>Tilaaaja</p> <ul style="list-style-type: none"> • tuntee omat ja käyttäjien tarpeet • osaa määritellä tarvitsemansa palvelun • suunnittelee tilauksen huolellisesti • laatii selkeät hankinta-asiakirjat • tekee yksilöidyn tarjouspyynnön
Tulosteet	Vapaamuotoinen konsulttitarjouspyyntö

Liite 34 Suunnittelutarjous arkkitehti – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	Arkkitehti – Tilaaja
Tietosisältö	<p>Perustiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • tiedon vaihto tietomallipohjaisesti suunnittelijoiden kesken • tiedon vaihto tietomallipohjaisesti suunnittelijoiden kesken • käytettävät mallinnusohjelmistot • tiedonsiirto • perusmäärittelyt mallintamisen osalta • suunnittelijayhteistyö mallintamisessa • mallin omistus- ja käyttöoikeus • mallin luovutus kolmannelle osapuolelle ja mallin käyttö projektissa sekä projektin ulkopuolella (esim. markkinointi, laskutus..) • mallin ylläpito kiinteistön ylläpidon ja käytön aikana • palvelukuvaus • hinta • maksuehdot • sopimusehdot • tarjouksen toimitusaika ja voimassaolo • yhteyshenkilö/lisätiedot • mahdolliset liitteet <p>Tarvittaessa lisäksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • mallinnusohjelmistot • referenssit • yritystiedot • palveluun lasketut resurssit, aika ja koneet • palveluhenkilöstön koulutus ja kokemus • valvonnan järjestelyt • sopimusrikkomukset • sijaistymykset • poikkeustilanteet <p>Mallin omistusoikeuden määritelmä</p>
Toiminto	Tarjous tietomallipohjaisesta suunnittelusta
Tulosteet	Vapaamuotoinen konsulttitarjous

Liite 35 Suunnittelutarjous rakennesuunnittelija – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Investointipäätös Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	Rakennesuunnittelija – Tilaaja
Tietosisältö	<p>Perustiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • tiedon vaihto tietomallipohjaisesti suunnittelijoiden kesken • käytettävät mallinnusohjelmistot • tiedonsiirto • perusmäärittelyt mallintamisen osalta • suunnittelijayhteistyö mallintamisessa • mallin omistus- ja käyttöoikeus • mallin luovutus kolmannelle osapuolelle ja mallin käyttö projektissa sekä projektin ulkopuolella (esim. markkinointi, laskutus..) • mallin ylläpito kiinteistön ylläpidon ja käytön aikana • palvelukuvaus • hinta • maksuehdot • sopimusehdot • tarjouksen toimitusaika ja voimassaolo • yhteyshenkilö/lisätiedot • mahdolliset liitteet <p>Tarvittaessa lisäksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • mallinnusohjelmistot • referenssit • yritystiedot • palveluun lasketut resurssit, aika ja koneet • palveluhenkilöstön koulutus ja kokemus • valvonnan järjestelyt • sopimusrikkomukset • sijaistymykset • poikkeustilanteet <p>Mallin omistusoikeuden määritelmä</p>
Toiminto	Tarjous tietomallipohjaisesta suunnittelusta
Tulosteet	Vapaamuotoinen konsulttitarjous

Liite 36 Suunnittelutarjous TATE-suunnittelija – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Investointipäätös Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	TATE-suunnittelija – Tilaaaja
Tietosisältö	<p>Perustiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • tiedon vaihto tietomallipohjaisesti suunnittelijoiden kesken • tiedon vaihto tietomallipohjaisesti suunnittelijoiden kesken • käytettävät mallinnusohjelmistot • tiedonsiirto • perusmäärittelyt mallintamisen osalta • suunnittelijayhteistyö mallintamisessa • mallin omistus- ja käyttöoikeus • mallin luovutus kolmannelle osapuolelle ja mallin käyttö projektissa sekä projektin ulkopuolella (esim. markkinointi, laskutus..) • mallin ylläpito kiinteistön ylläpidon ja käytön aikana • palvelukuvaus • hinta • maksuehdot • sopimusehdot • tarjouksen toimitusaika ja voimassaolo • yhteyshenkilö/lisätiedot • mahdolliset liitteet <p>Tarvittaessa lisäksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • mallinnusohjelmistot • referenssit • yritystiedot • palveluun lasketut resurssit, aika ja koneet • palveluhenkilöstön koulutus ja kokemus • valvonnan järjestelyt • sopimusrikkomukset • sijaikysymykset • poikkeustilanteet <p>Mallin omistusoikeuden määritelmä</p>
Toiminto	Tarjous tietomallipohjaisesta suunnittelusta
Tulosteet	Vapaamuotoinen konsulttitarjous

Liite 37 Suunnittelusopimus – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja - Suunnittelutiimi
Tietosisältö	<p>Käytettävät mallinnusohjelmistot</p> <p>Tiedonsiirto</p> <p>Perusmäärittelyt mallintamisen osalta</p> <p>Suunnittelijayhteistyö mallintamisessa</p> <p>Mallin omistus- ja käyttöoikeus</p> <p>Mallin luovutus kolmannelle osapuolelle ja mallin käyttö projektissa sekä projektin ulkopuolella (esim. markkinointi, laskutus..)</p> <p>Mallin ylläpito kiinteistön ylläpidon ja käytön aikana</p> <p>Mitä suunnittelua sopimus koskee?</p> <p>Suunnittelukohteen kuvaus</p> <p>Suunnittelijan tehtävän kuvaus</p> <p>Laadittavat tietomallit</p> <p>Laadittavat piirustukset</p> <p>Laadittavat asiakirjat</p> <p>Täydentävät tehtävät</p> <p>Ohjeet suunnittelun suoritukselle</p> <p>Laskutusperuste</p>
Toiminto	Suunnittelusopimus tehdään tarjouspyynnön mukaisesti RT 80252 Konsulttisopimus pohjalle

	<p>Suunnittelusopimuksissa täsmennetään lopullisesti</p> <ul style="list-style-type: none">• miten suunnitellaan• mitä suunnitellaan• tietomallien tietosisältö• mallintamisen pelisäännöt <p>Suunnittelusopimusta tehtäessä määritellään</p> <ul style="list-style-type: none">• suunnittelijan suoritusvelvollisuudet• vahingonkorvausmenettelyt• suunnitteluajataulu• palkkio• mallin omistusoikeus• suunnitelmien jatkuvan käytön menettelyt
Tulosteet	RT 80252 Konsulttisopimus

Liite 38 Suunnittelun aloituskokous – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Päätös suunnittelun käynnistämisestä
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja, Käyttäjä/Ylläpitäjä, Suunnittelijat
Tietosisältö	<p>Osapuolten esittely</p> <p>Kohteen esittely ja tiedot</p> <p>Suunnittelun organisointi</p> <p>Mallien sekä tiedostojen kopiointi- ja jakelumenettelyt</p> <p>Projekti- ja suunnitteluaiakataulu</p> <p>Suunnittelun lähtötiedot</p> <p>Suunnittelua koskevat asiat</p> <p>Mallinnustyön tarkkuus ja pelisäännöt</p> <ul style="list-style-type: none"> • koordinaatisto • nimeämiskäytäntö • tasot • nimikkeistö • ohjelmistot ja ohjelmistoversiot • tietomalliserverin käyttö • projektipankin käyttö <p>Yhdistelmämalli-käytäntö</p> <p>Osamalli-käytäntö</p> <p>Säännöstö, mikä on mallissa virhe ja mikä ei; kunkin suunnittelijan mallissa.</p> <p>Vastuujako</p> <p>Tietomalliserverin käyttö ja mallien synkronointi</p> <p>Projektipankin käyttö</p> <p>Tietotarvemäärittely vaiheittain</p>

	Mallin tarkastaja Päivitykset
Toiminto	Suunnittelualoituskokouksessa sovitaan yhteiset pelisäännöt ja mallintamisen eteneminen. Sovitaan tietomalliserverin ja projektipankin käytöstä
Tulosteet	Yhteisesti sovitut ohjeet tietomallipohjaiselle suunnittelulle

Liite 39 Yleissuunnittelun lähtötiedot – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	<p>Lähtötiedot: projektivaatimukset, viranomaisvaatimukset, tonttimalli, hankesuunnitelma</p> <p>Aikataulu</p> <p>Huoltokirja</p> <p>Koordinaatisto</p> <p>Kustannusarvio</p> <p>Nykyolosuhteet</p> <p>Origo</p> <p>Rakennusselostus</p> <p>RYL, RT- ja RATU-kortit</p> <p>Suunnittelualue</p> <p>Tilamalli</p> <p>Tilaryhmämalli</p> <p>Vaatimusluettelo</p> <p>Ympäristö</p>
Toiminto	<p>Hankesuunnittelu tuottaa lähtötiedot yleissuunnittelulle.</p> <p>Yleissuunnitteluvaiheessa lähdetään kehittämään tarveselvitys ja hankesuunnitteluvaiheessa valittua perusratkaisua. Tilaaajan vaatimukset on päivitetty edellisessä vaiheessa tehtyjen päätösten mukaiseksi.</p>

	<p>Yleissuunnitteluvaiheessa arkkitehdin lisäksi muutkin suunnittelijat aloittavat työskentelyn ja mallintamisen. Eri suunnittelijoiden työn tulee edistyä loogisesti rinnakkain ja yhteistyössä.</p> <p>Kaikkien suunnittelijoiden tulee olla samassa koordinaatistossa ja käyttää samaa mittajärjestelmää.</p>
Tulosteet	<p>Yleissuunnittelun lähtötiedot listana</p> <p>Suunnittelijoiden tilamallit</p>

Liite 40 Tavoitteiden täsmentäminen – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Käyttäjä/Ylläpitäjä
Tietosisältö	<p>Tarkentuneet</p> <ul style="list-style-type: none"> • olosuhdetavoitteet • tavoitteet toiminnallisuudelle vs. tarpeille (työympäristökehittäminen, huoltologistiikka yms.) • laajuustiedot • käyttötarkoitustiedot • vaatimukset rakennuspaikalle • tilaohjelmataavoitteet • tavoitebudjettitavoitteet • rakennuspaikkataavoitteet • lait • määräykset • ohjeet • ylläpidon tavoitteet • ympäristötase-tavoitteet <p>Yhteinen nimikkeistö projektiosapuolten kesken</p>
Toiminto	<p>Tavoitteiden täsmentäminen</p> <p>Elinkaarivaatimusten määrittely</p>
Tulosteet	<p>Tavoitehintalaskelma</p> <p>Tavoiteluettelo</p>

Liite 41 alustava rakennusosamalli – tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Arkkitehti
Tietosisältö	<p>Lähtötiedot: vaatimusmalli, tilaryhmämalli, tilamalli, muiden suunnittelijoiden mallit, käyttäjän täsmentämät tavoitteet</p> <p>Alustavan rakennusosamallin tietosisällön käsittää tilamallin tietojen lisäksi perusrakennusosien määrätiedot.</p> <p>Alustavan rakennusosamallin rakennusosissa ei ole tarkkoja tyyppimäärittelyjä (esim. VS1 muuratut väliseinät, VS2 levyväliseinät)</p> <p>Vaatimukset</p> <ul style="list-style-type: none"> • alapohjat • aukotukset abstraktilla tasolla • julkisivut • kantavat rakenteet: pilarit, palkit, laatat ja seinät • lämmöneristävyydestä • paloluokasta • perusrakennusaineesta • perustukset • pinta-alat • runko • seinien päätyypit • tilat • tilatunnukset • tilojen nimet • ulkotasot • äänieristyksestä <p>Määräykset tulevat rakennusmääräyskokoelmista, kaavamääräyksistä ja muista viranomaismääräyksistä.</p> <p>Tieto voi olla itse rakenteessa tai ulkopuolisessa tietokannassa.</p> <p>Alustavassa rakennusosamallissa ovet, ikkunat, aukot ja tilojen varusteet esitetään abstraktilla tasolla kaaviomaisesti.</p>

	Suunnitelmien visuaalisuus
Toiminto	<p>Alustavan rakennusosamallin käyttötarkoitus on mallien yhteensovittaminen ja suunnitelmien havainnollistaminen</p> <p>Alustava rakennusosamalli toimii lähtötietona erityissuunnittelun malleille, tarkennetulle tilapohjaiselle määrä- ja kustannuslaskennalle.</p> <p>Alustava rakennusosamalli vastaa vanhan suunnittelukäytännön luonnossuunnitelmia ja rakennuslupapiirustuksia.</p> <p>3D – malli, joka sisältää rakenteisiin liittyvän tiedon hankeohjelman ja viranomaismääräysten mukaisina vaatimuksina.</p> <p>Esimerkiksi seinärakenteita vastaavat vaatimukset lämmöneristävyydestä paloluokasta, äänieristyksestä, mahdollisesti perusrakennusaineesta. Osa määräyksistä tulee rakennusmääräyskoelmista, osa muista viranomaismääräyksistä esimerkiksi kaavamääräyksistä. Tieto voi olla itse rakenteessa tai ulkopuolisessa tietokannassa.</p> <p>Alustavassa rakennusosamallissa ovet, ikkunat, aukot ja tilojen varusteet esitetään kaaviomaisesti, ellei ole visuaalista tarvetta esittää niitä havainnollisempana.</p> <p>Rakennejärjestelmän ja keskeisten rakennemuodulien teknisten vaatimusten verifiointi.</p> <p>Rakennusosajärjestelmän ratkaisuvaihtoehtojen tietomallintaminen.</p> <p>Rakennusosavaihtoehtojen alkukehittely ja alustava käyttöikäsuunnittelu.</p> <p>Rakennusosavaihtoehtojen elinkaarisimulointi.</p> <p>Toteutukseen valitun ratkaisuvaihtoehdon rakennetyyppien tietomallintaminen, tarkentuva käyttöikäsuunnittelu ja raken-</p>

	<p>nustapaselostuksen laatiminen.</p> <p>Rakenteiden alustavan rakenneosatietomallin laatiminen ja elinkaarianalyysien tekeminen.</p> <p>Rakennetietomallien yhteensovitus.</p> <p>Suunnitelmien hyväksyttäminen tilaajalla.</p>
Tulosteet	Alustava rakennusosamalli

Liite 42 Rakennusosamalli - tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Arkkitehti
Tietosisältö	<p>Lähtötiedot: vaatimusmalli, tilaryhmämalli, tilamalli, alustava rakennusosamalli, muiden suunnittelijoiden mallit.</p> <p>Rakennusosamalli sisältää:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alakatot • alapohjalaatat • alapohjat • aukotukset • erityiskiintokalusteet • erityisovet • ikkunat • julkisivut • kantavat rakenteet: pilarit, palkit, laatat ja seinät • kantavat seinät • katokset • katto-ikkunat • lasikattorakenteet • lasiväliseinät • luukut • mitoitus • palkit • parvekkeet • pilarit • pinta-alat • rakennetyyppitieto • runko • runkoportaot • talo-osat • tilakaiteet • tilan jako-osat • tilaportaot • tilat • tilatunnukset • tilojen nimet • ulko-ovet • ulkoseinät • ulkotasot • vakiokiintokalusteet • vakiolaitteet • vesikatot • vesikatteet

	<ul style="list-style-type: none"> • vesikattorakenteet • väestönsuojat • väliovet • välipohjat • väliseinät • yläpohjat <p>Rakennusosamallin tietosisältö kattaa tilamallin tietojen lisäksi perusrakennusosien mitta- ja määrätiedot.</p> <p>Alustavan rakennusosamallin tiedot täsmentyvät rakenteilla rakennusosamallin mallinnusvaiheessa (esim. VS21 kipsiväliseinä).</p> <p>Oikein mallinnetusta rakennusosamallista saadaan seuraavien talo- ja tilarakenteiden määrät</p>
<p>Toiminto</p>	<p>Rakennusosamallia käytetään suoritepohjaiseen määrä- ja kustannuslaskentaan, mallien yhteensovittamiseen, tarjouslaskentaan, valmistus ja tuotannon suunnitteluun/ohjaukseen/valvontaan, suunnitelmien havainnollistamiseen sekä työmaamallin lähtötietona.</p> <p>Rakennusosamallissa valitaan rakennusosille esitetyt vaatimukset täyttävä rakenne.</p> <p>Ovet, ikkunat, aukot ja tilojen varusteet esitetään yleisinä sopivalla abstraktiotasolla. Poikkeuksena on tilaajan tarve saada ne visuaalisesti havainnollisempana.</p> <p>Rakennusosamalli vastaa valmista yleissuunnitelmaa.</p> <p>Rakennusosamallissa mallinnetaan rakenteiden liittymät. Tarkemmat detaljit toimitetaan erillisinä kuvauksina.</p>
<p>Tulosteet</p>	<p>Rakennusosamalli</p>

Liite 43 Rakennemalli - tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Rakennesuunnittelija
Tietosisältö	<p>Lähtötieto: vaatimusmalli, arkkitehdin mallit, TATE-suunnittelijan mallit, alustava rakennusosamalli</p> <p>Rakennemalli sisältää kaikki kantavat betoni-, puu- ja teräsraakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet</p> <p>Kantavat rakenteet</p> <ul style="list-style-type: none"> • pilarit • palkit • laatat • seinät <p>Pysty- ja vaakarakenteiden tiedot</p> <ul style="list-style-type: none"> • materiaalit • geometria • karkea mitoitus <p>Attribuuttitieto</p> <p>Betonirakenteiden raudoitukset</p> <p>Liitokset</p> <p>Piirustusnumerointi ja tunnukset</p> <p>Tyyppinumerointi</p> <p>Mallia tulee voida käyttää määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa sekä suunnittelu-, valmistus- ja asennusaikataulujen laadinnassa.</p> <p>Rakennejärjestelmän mitoitus, vaatimukset ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden suunnitteluun</p>
Toiminto	Rakennesuunnittelijan on varmistettava, että rakennemalli on

	<p>yhtäpitävä arkkitehtimallin kanssa, pilarit ja palkit kohtaavat toisensa, rakennejärjestelmässä ei ole epäjatkuvuuskohtia ja että rakenteisiin on siirretty TATE-varaukset.</p> <p>Rakennemalli mallinnetaan sopivalla abstraktiotasolla.</p> <p>Suunnittelutiimin ja projektitiimin on sovittava tunnusten käytöstä. Tunnuksia tarvitaan rakentamisjärjestykseen, määrälaskentaan ja osavalmistukseen.</p> <p>Rakennesuunnittelijan tulee varmistaa rakennejärjestelmän mitoitus, vaatimukset ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden työhön.</p> <p>Rakennusosien, rakenteiden ja liittymärakenteiden osalta tarkastellaan mallintamisen avulla etenkin vaikeiden rakenteiden liitoksia.</p> <p>Rakenteille annetaan määrälaskennassa tunnistettavat tunnukset (tuotekirjastojen käyttö).</p>
Tulosteet	<p>Rakennemalli – rakennusosamalli</p> <p>Rakennesuunnitelmat</p> <p>Rakennusosatasoinen rakennemalli</p> <p>Tietomallista tuotetut 2D-piirustukset</p>

Liite 44 TATE-analyysit - tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	TATE-suunnittelija
Tietosisältö	Energia- ja ympäristövaikutusanalyysit Elinkaarianalyysit Elinkaarikustannusanalyysit Kustannusanalyysit Olosuhdeanalyysit Vertailu asetettuihin tavoitteisiin Valaistussimulaatiot
Toiminto	TATE-järjestelmäratkaisujen havainnollistaminen ja visualisointi TATE-järjestelmämallinnus, mitoitus, toiminta yms.
Tulosteet	Tavoitteiden täyttymisen vertailu elinkaari- ja energia-tavoitteissa. Tekniset raportit Valaistussimulaatioiden visualisoinnit

Liite 45 TATE-järjestelmämalli - tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	TATE-suunnittelija
Tietosisältö	<p>Talotekniikassa on neljä pääjärjestelmää, jolloin suunnittelijat tekevät neljä erillistä TATE-mallia. Pääjärjestelmät ovat</p> <ul style="list-style-type: none"> • ilmastointi • lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät • vesi- ja viemärijärjestelmät • sähkö- ja automaatiojärjestelmät <p>Järjestelmien sovittaminen niille varattuihin tiloihin ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden suunnitteluun</p> <p>Konehuoneratkaisut</p> <p>Kustannusanalyysit</p> <p>Pääkanavistot</p> <p>Valaistussimulaatiot</p> <p>Putkien ja kanavien eristeet ja pinnoitteet</p> <p>Pääjärjestelmien lisäksi mallinnetaan myös erikoisjärjestelmiä</p> <ul style="list-style-type: none"> • kaasuputkistot • paineilmaverkostot • uimahallilaitteet • keskuspolynimuri
Toiminto	<p>Järjestelmät mallinnetaan 3D-mallina, todellisiin korkeusasemiin, huomioiden kaadot.</p> <p>Suunnittelija käyttää suunnitteluohjelmiston mitoitus- ja laskentatyökaluja.</p> <p>Pääjärjestelmä jaetaan osajärjestelmiin, jotka sisältävät IV-koneen kanavistoinen ja päätelaitteinen</p> <p>TATE-järjestelmäratkaisujen havainnollistaminen ja visuaali-</p>

	sointi TATE-järjestelmällinnus, mitoitus, toiminta yms. Törmäystarkastelut
Tulosteet	Alustava rakennusosamalli - TATE-järjestelmälli

Liite 46 PJ-urakkatarjouspyyntö - tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	<p>PJ-urakkatarjouspyyntö (RT-kortti julk. syksyllä 2007)</p> <p>Tarjouspyyntö on</p> <ul style="list-style-type: none"> • kehoitus tarjouksen antamiseen • kysymys, mitä tilaajan määrittelemä rakennussuoritus maksaa <p>Tarjouspyyntö sisältää:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tarjouspyyntökirje • urakkaohjelma • urakkarajaliite • tarjouslomake • tekniset asiakirjat • tietomalli <p>Pelissäännöt</p> <ul style="list-style-type: none"> • tietomallin luovutus ja käyttö • miten mallien kanssa toimitaan, jos urakoitsija syöttää malliin tietoa • urakoitsijan mallin tuottama aikataulutieto
Toiminto	<p>Urakkasopimuksen solmimisen ensimmäinen vaihe on tilaajan tekemä tarjouspyyntö, josta urakoitsija saa tarjouksen tekemiseen tarvittavat tiedot.</p> <p>Varsinainen tarjouspyyntö tehdään kirjelmällä, jossa on:</p> <ul style="list-style-type: none"> • miten ja mihin mennessä tarjous on tehtävä • minne tarjous on lähetettävä/toimitettava • kuinka kauan tarjousten on oltava voimassa • voiko urakoitsija tarjoustaan antaessaan poiketa tilaajan tai rakennuttajan antamista ehdoista • määritetään työkohte • pyydetään tarjous liitteenä olevien asiakirjojen määrittelemästä suorituksesta
Tulosteet	Tarjouspyyntöasiakirjat

Liite 47 Yhdistelmämalli - tietosisältö

Prosessin vaihe	Yleissuunnittelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Pääsuunnittelija–Suunnittelijat
Tietosisältö	<p>Rakennusosamalli+rakennemalli+TATE-järjestelmämalli</p> <ul style="list-style-type: none"> • runkotiedot • suunnitelmien tarkistus ja törmäystarkastelut • tilakoodit • tilatyypitunnukset • tilavaraustarkastelu • törmäykset • urakoitsijan tarpeet tuotantomallille • asennusten visualisointi • mallien yhteensopivuuden varmistaminen • ongelmakohtien visualisointi ja ratkaisu
Toiminto	<p>Yhdistelmämallien tarkoitus on todentaa suunnitelmien yhteensopivuus ja tilavarausten riittävyys.</p> <p>Pääsuunnittelija yhdistää suunnittelualoituskokouksessa sovitujen pelisääntöjen mukaan arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja TATE-suunnittelijan tietomallit. Yhdistettävät tietomallit voivat olla kokonaisuus tai suunnittelualoituskokouksessa sovitettu osamallikäytännön mukaiset osamallit.</p> <p>Yhdistelmämallissa suoritetaan yhteentörmäystarkastelut ja mallien sovittaminen ja ongelmakohtien tarkastelu</p>
Tulosteet	Yhdistelmämalli

Liite 48 Energiamääräysten täytyminen - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Elinkaariasiantuntija
Tietosisältö	<p>Energiatehokkuusdirektiivin (EnD) mukaisesti.</p> <p>RIL 216-2001 Rakenteiden elinkaaritekniikka</p> <p>Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa</p> <ul style="list-style-type: none">• C3 Rakennusten lämmöneristys, määräykset. Rakennusten vaipparakenteita (mm. ulkoseinät, katto, ikkunat) koskevat lämmöneristysvaatimukset.• D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Vaatimukset ilmanvaihdon poistoilmasta talteenotettavalle lämpömäärälle. Rakennuslupaa haettaessa on osoitettava, että suunniteltu rakennus toteuttaa rakentamismääräysten vaatimukset. <p>HUOM: C3, D2, D3 ja D5 Energiatehokkuusdirektiivin toimeenpano uudistetaan parhaillaan.</p>
Toiminto	Elinkaariasiantuntija varmistaa energiamääräysten täyttymisen rakennuslupaprosessin aikana.
Tulosteet	Lausunto energiamääräysten täyttymisestä

Liite 49 Rakennuslupaprosessi - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Pääsuunnittelija
Tietosisältö	Suunnitelmakatselmus Rakennuslupahakemus liitteineen
Toiminto	<p>PS 01 mukaisen tehtäväluettelon mukaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • suunnitelmien kattavuuden, yhteensopivuuden ja ristiriidattomuuden tarkistaminen • suunnittelukokonaisuuden säädöstenmukaisuuden varmistaminen • suunnittelukokonaisuuden laadun varmistaminen • rakennuslupamenettelyyn liittyvien tehtävien suorittaminen • rakennusvalvonnan aloituskokous • täsmennetyt suunnittelun yleisaikataulun yhteensovittaminen valitun toteutusmuodon kanssa <p>Mahdollisuuksien ja rajoitusten selvittäminen</p> <ul style="list-style-type: none"> • tonttimallin aikana tehdyt selvitykset, kuten kaavallinen tilanne (asemakaava, yleiskaava, maakuntakaava) • muut rajoitukset (muinaismuisto-, luonnonsuojelualueet, voimajohdot, liikennemelu ym.) • maankäyttö- ja rakennuslain sekä asetuksen ja rakennusjärjestyksen asettamat rajoitukset • maisemalliset vaatimukset • ympäristön huomioiminen • hyvä rakennustapa • naapurien näkemykset • mahdollisuudet liittyä verkostoihin/sähkö, puhelin, kaukolämpö, vesi ja viemäri • vesihuollon hoitaminen, jätevesien käsitteleminen verkostojen ulkopuolella • poikkeamispäätöksen tai suunnittelutarveratkaisun hakemisen tarve ennen varsinaista rakennuslupahakemusta <p>Ennakkokyselyt rakennusvalvontaviranomaiselle</p> <ul style="list-style-type: none"> • ohjeiden saaminen • poikkeamispäätöksen tai suunnittelutarveratkaisun hakemisen tarve <p>Alustavien suunnitelmien ja suunnitteluajakataulujen laatiminen</p> <p>Luonnosten esittely rakennusvalvontaviranomaiselle</p> <ul style="list-style-type: none"> • ohjeiden saaminen, suunnittelijan kelpoisuuden toteaminen

	<p>Rakennuslupapiirustusten laatiminen ja tulostaminen mallista/rakennuslupahakemuksen tekeminen liitteineen</p> <p>Rakennuslupahakemuksen vireilletulosta tiedottaminen/naapurien kuuleminen kirjallisesti</p> <ul style="list-style-type: none">• rakennuslupa-asiakirjojen esittely naapureille• allekirjoitukset naapurienkuulemislomakkeelle tai asemapiirustuksen etulehdelle <p>Rakennuslupahakemuksen jättäminen rakennusvalvontaviranomaiselle hakemuksen alkutarkastus</p> <p>Rakennuslupa-asiakirjojen käsittely ja mahdollinen täydentäminen</p> <p>Pääsuunnittelijan kelpoisuuden tarkistaminen ja pääsuunnittelijan hyväksyntä</p> <p>Hakemuksen käsittely</p> <ul style="list-style-type: none">• lupapäätöksen tekeminen viranomaiselle• lupaehtot: Aloituskokouksen pitäminen / Aloituseroilmoitus• vastaavan työnjohtajan nimeäminen ja hyväksyttäminen• erityissuunnitelmien laatiminen• katselmusten pitäminen ym. <p>Tarvittavien erityissuunnittelijoiden valinta viimeistään tässä vaiheessa työpiirustusten laatiminen erityissuunnitelmien laatiminen ja toimittaminen rakennusvalvontatoimistoon</p> <p>Vastaavan työnjohtajan valinta ja hyväksyttäminen rakennusvalvontatoimistolle</p> <p>Rakennuksen paikan merkitseminen maastoon</p> <p>Aloituskokous / Aloituseroilmoitus</p>
Tulosteet	Rakennuslupaprosessin asiakirjat

Liite 50 Rakennuslupa-asiakirjat - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Pääsuunnittelija
Tietosisältö	Kunnan rakennusvalvontaviraston määräysten mukaan.
Toiminto	<p>Pääsuunnittelija kokoaa ja toimittaa tarvittavat asiakirjat viranomaisille</p> <p>Pääsuunnittelija tarvittaessa täyttää lupahakemukset ja tilastolomakkeet</p> <p>Pääsuunnittelija laatii tai kokoaa yhteen tarvittavat selvitykset</p> <p>Pääsuunnittelija hakee rakennusluvan rakennushankkeen tilaajan nimiin</p> <p>Pääsuunnittelija seuraa lupakäsittelyn</p> <p>Pääsuunnittelija tiedottaa rakennushankkeesta naapureille rakennuspaikalla</p>
Tulosteet	Rakennuslupa-asiakirjat

Liite 51 PJ-urakkatarjous - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	PJ-urakoitsija
Tietosisältö	PJ-urakkatarjous Tietosisältö määräytyy PJ-urakkatarjouspyynnön perusteella.
Toiminto	Tarjouksen tulee vastata tarjouspyyntöä. Tarjous perustuu tarjouspyyntöasiakirjoihin.
Tulosteet	PJ-urakkatarjous

Liite 52 PJ-urakkasopimus - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	<p>RT Projektinjohtourakkasopimus (julk. syksyllä 2007)</p> <p>Urakka-asiakirjojen tietosisältö</p> <ul style="list-style-type: none"> • mitä tehdään → tietomalli ja piirustukset • miten tehdään → selostukset • kuka tekee → urakkarajaliite • mikä urakka ja millä ehdoilla → urakkaohjelma, PJ-urakkasopimusmalli
Toiminto	Tilaaaja ja PJ-urakoitsija allekirjoittavat projektinjohtourakka-sopimuksen.
Tulosteet	<p>Projektinjohtourakkasopimus liitteinen</p> <ul style="list-style-type: none"> • urakkaneuvottelupöytäkirja • rakennusurakan yleiset sopimusehdot • tarjouspyyntö ja ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset • urakkaohjelma ja muut sopimuskohtaiset urakkaehdot • urakkarajaliite • tarjous • määrä- ja mittaluettelot • muutostöiden yksikköhintaluettelo • piirustukset ja työselitykset • rakennusosamalli • rakennemalli • TATE-mallit

Liite 53 Projektisuunnitelma - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	PJ-urakoitsija
Tietosisältö	<p>Osapuolet</p> <p>Toimintatavat projektissa</p> <ul style="list-style-type: none"> • päätöksentekomenettely • tiedonsiirto • raportointi • kokouskäytäntö <p>Tavoitteet</p> <p>Toteutusvaiheet ja aikataulu</p> <p>Hankintastrategia ja -jako sekä suunnitelmapaketit</p> <p>Riskianalyysi</p> <p>Rahaliikenne</p> <p>Kustannukset</p>
Toiminto	<p>Projektisuunnitelman tarkoitus on selkeästi luoda yhteinen käsitys hankkeen läpivientiprosessista.</p> <p>Projektisuunnitelman tavoite on keskittää huomio tavoitteiden saavuttamiseen ja riskien hallintaan.</p>
Tulosteet	Projektisuunnitelma

Liite 54 Tuoteosamalli arkkitehti - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Arkkitehti
Tietosisältö	<p>Kaikkiaan mallin tulee sisältää:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tilat varustettuina tilaohjelman mukaisilla tilatunnuksilla, nimellä ja mallista laskettavalla pinta-alalla, jota voidaan verrata tilaohjelman mukaiseen alaan ja hyödyntää tilapohjaisessa kustannuslaskennassa. • kaikki seinät varustettuina rakennusselityksen mukaisilla rakennustyypeillä • ikkunat ja ovet tyyppitietoineen ja heloitustunnuksineen • mitoitus <p>Tuoteosamallin tietosisältö kattaa suunnittelun tietomallit ja toteutukseen tarvittavat tiedot. Tuoteosamalli toimii kiinteistö-tiedon lähtötietona, joten siihen sidotaan todellista elinkaaritietoa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • määrätieto • kustannustieto • toteutustieto • elinkaaritieto • 4D-tieto • aikataulutieto • huoltokirjatieto
Toiminto	<p>Arkkitehdin mallin on toteutussuunnitteluvaiheessa oltava ns. tuoteosamalli. Tuoteosamalli sisältää rakennusosat siinä muodossa kuin ne on tarkoitus toteuttaa sekä mitoistiedot.</p> <p>Toteutussuunnitteluvaiheen mallin tarkkuuden tulee riittää työpiirustusten tulostamiseen.</p> <p>Tuoteosamalli vastaa vanhaa toteutussuunnittelua.</p> <p>Suunnitelmatiedot päivitetään vastaamaan toteutusta. Päivitys suoritetaan myös muihin asiakirjoihin tallennettuun tietoon, kuten tietokantataulut ja selostukset.</p>

	Kiinteistön käytön ja ylläpidon lähtötietoaineistoa varten tuotemalli on muokattava sopivaan muotoon.
Tulosteet	Arkkitehdin tuoteosamalli

Liite 55 Tuoteosamalli rakennesuunnittelija - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Vastaanottopäätös Päätös: <ul style="list-style-type: none"> • tuotetoimittajat • tuotetyypit
Osapuoli	Rakennesuunnittelija (-tuoteosakaupan toimittaja)
Tietosisältö	<p>Tuoteosamallin tietosisältö kattaa suunnittelun tietomallit ja toteutukseen tarvittavat tiedot. Tuoteosamalli toimii kiinteistö-tiedon lähtötietona, joten siihen sidotaan todellista elinkaaritieto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4D-aikataulutieto • elinkaaritieto • huoltokirjatieto • kustannustieto • määrätieto • toteutustieto <p>Tietosisältö periaatteessa sama kuin normaali 2D-suunnittelun tietosisältö. Tietosisältö löytyy seuraavan käyttäjän tarpeista.</p> <p>Rakenteiden valinta</p> <p>Betonimalli: liittymäpinnat</p> <p>Teräsmalli: konepajatieto</p> <p>4D ja 5D (harvinaisempi) tieto</p> <p>Analyysimalli (statiikka)laskentaa varten</p> <p>Geometriatieto</p> <p>Työmaakäyttöön paalukoordinaatit ja XYZ-tieto</p>
Toiminto	<p>Alussa, suunnitteluvaiheessa, toteutuksen edetessä ja projektin lopussa on käytävä läpi tietosisällöt.</p> <p>Suunnitelmatiedot päivitetään vastaamaan toteutusta. Päivitys</p>

	<p>suoritetaan myös muihin asiakirjoihin tallennettuun tietoon, kuten tietokantataulut ja selostukset.</p> <p>Kiinteistön käytön ja ylläpidon lähtötietoaineistoa varten tuotemalli on muokattava sopivaan muotoon.</p>
Tulosteet	<p>Tulosteet tehdään perinteisesti, koska jatkokäyttäjät vaativat perinteiset tulosteet.</p> <p>Vaikeat liitokset ja raudoitukset 3D-tulosteina.</p> <p>Rakennesuunnittelijan tuoteosamalli</p>

Liite 56 Tuoteosamalli TATE-suunnittelija - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	TATE-suunnittelija
Tietosisältö	<p>Tuoteosamallin tietosisältö kattaa suunnittelun tietomallit ja toteutukseen tarvittavat tiedot. Tuoteosamalli toimii kiinteistö-tiedon lähtötietona, joten siihen sidotaan todellista elinkaaritieto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Huoltokirjatieto • Määrätieto • Kustannustieto • Toteutustieto • Elinkaaritieto • 4D-aikataulutieto <p>Arkkitehdin mallista saatava lähtötieto: ulkoseinät, väliseinät, tilat, ikkunat, ovet</p> <p>Magi-malli:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kaikki tuotetieto • LVI-verkoston mitoitus-tieto • painehäviöt • nopeudet • äänet • tilavuusvirrat • tehot • massat komponenteittain
Toiminto	<p>Tilamallia hyödynnetään kaikkeen laskentaan, analyysiin ja simulaatioihin, mitä TATE-mallista tarvitsee tehdä.</p> <p>Suunnitelmatiedot päivitetään vastaamaan toteutusta. Päivitys suoritetaan myös muihin asiakirjoihin tallennettuun tietoon, kuten tietokantataulut ja selostukset.</p> <p>Kiinteistön käytön ja ylläpidon lähtötietoaineistoa varten tuotemalli on muokattava sopivaan muotoon.</p>

Tulosteet	TATE-suunnittelijan tuoteosamalli
------------------	-----------------------------------

Liite 57 Yhdistelmämalli - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Pääsuunnittelija–Suunnittelijat
Tietosisältö	<p>Rakennusosamalli+rakennemalli+TATE-järjestelmämalli</p> <ul style="list-style-type: none"> • runkotiedot • suunnitelmien törmäystarkastelu • tilakoodit • tilatyypitunnukset • asennusten yhteensovittaminen • varaustarkastelu • törmäykset ja niiden ratkaisut • urakoitsijan tarpeet tuotantomallille
Toiminto	<p>Yhdistelmämallien tarkoitus on todentaa suunnitelmien yhteensopivuus ja tilavarausten riittävyys.</p> <p>Pääsuunnittelija yhdistää suunnittelualoituskokouksessa sovitujen pelisääntöjen mukaan arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja TATE-suunnittelijan tietomallit. Yhdistettävät tietomallit voivat olla kokonaisuus tai suunnittelualoituskokouksessa sovitettu osamallikäytännön mukaiset osamallit.</p> <p>Yhdistelmämallissa suoritetaan yhteentörmäystarkastelut ja mallien sovittaminen.</p>
Tulosteet	Yhdistelmämalli

Liite 58 Yhdistelmämalli rakennesuunnittelija–TATE-suunnittelija - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentamisen valmistelu
Päätöspiste	Rakentamispäätös
Osapuoli	Rakennesuunnittelija—TATE-suunnittelija
Tietosisältö	<p>Rakennemalli+TATE-järjestelmämalli</p> <ul style="list-style-type: none"> • asennusten yhteensopivuuden visualisointi • runkotiedot • törmäykset • tarkistus • urakoitsijan tarpeet tuotantomallille • varausmalli eli yhdistelmämalli+reikätieto
Toiminto	<p>Yhdistelmämallien tarkoitus on todentaa suunnitelmien yhteensopivuus ja tilavarausten riittävyys.</p> <p>Rakennesuunnittelija ja TATE-suunnittelija yhdistävät suunnittelun aloituskokouksessa sovittujen pelisääntöjen mukaan rakennesuunnittelijan ja TATE-suunnittelijan tietomallit. Yhdistettävät tietomallit voivat olla kokonaisuus tai suunnittelun aloituskokouksessa sovittu osamallikäytännön mukaiset osamallit.</p> <p>Yhdistelmämallissa suoritetaan yhteentörmäystarkastelut sekä mallien ja suunnitelmien yhteensovittaminen.</p>
Tulosteet	Yhdistelmämalli

Liite 59 4D-työsuunnittelu (alustava) - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentaminen
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Projektinjohtourakoitsija
Tietosisältö	Tuoteosamalli aliurakkakohtainen tuotetieto urakkakohtainen tuotetieto Lohkosuunnitelma Aikataulutieto ja 4D-mallit Runkoasennussuunnitelma Määrätieto 3D-työmaasuunnitelma
Toiminto	Projektinjohtourakoitsija ottaa vastaan suunnittelijoiden tuoteosamallit.
Tulosteet	4D-työsuunnitelmat

Liite 60 Mallin päivitys valitun ratkaisun perusteella - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentaminen
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Suunnittelija
Tietosisältö	Tuoteosamalli aliurakkakohtainen tuotetieto urakkakohtainen tuotetietotarve
Toiminto	<p>Mallien päivityksestä on sovittava suunnittelun aloituskokouksessa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • mikä on muutos, mikä suunnitelma • tiedonsiirto ja päivityssykli • statustieto • mallin päivitysformaatti <p>Mallin päivitys valitun ratkaisun perusteella.</p> <p>Rakennusosamalli → Tuoteosamalli</p> <p>Päätös: kuka toimittaa tiedon toteumasta ja missä muodossa tieto toimitetaan</p> <p>Päätös: päivitystiedon sykli</p>
Tulosteet	Päivitetty tuoteosamalli

Liite 61 Osayhdistelmämalli - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentaminen
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Pääsuunnittelija
Tietosisältö	<p>Osayhdistelmämalli aliurakkakohtaisesti tarkastettuna</p> <p>Törmäystarkastelut</p> <p>Osa-yhdistelmämalli</p> <ul style="list-style-type: none"> • tuoteosamalli • aliurakkakohtainen toteumatieto • urakkakohtainen tietotarve
Toiminto	<p>Suunnittelijat päivittävät tuoteosamallinsa toteumatiedon perusteella. Tuoteosamalleista otetaan ulos osa-yhdistelmämallit, joilla tarkastetaan toteuman tilanne ja törmäystarkastelut mallin avulla.</p> <p>Osayhdistelmämallin tarkoitus on tarkastella PJ-urakan lohkoittain valmistuvan rakennuksen toteumaa. Osayhdistelmämalli mahdollistaa rakennuksen tarkastelun niin valmiiden kuin vielä suunnittelussa olevien lohkojen perusteella. Osayhdistelmämalliin yhdistetään toteutukselle valmiit suunnitelmat ja rakennuksen lohkot.</p> <p>Osayhdistelmämallit otetaan ulos aliurakkakohtaisesti.</p>
Tulosteet	Osayhdistelmämalli

Liite 62 Toteumatiedon päivittäminen malliin - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentaminen
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Suunnittelija
Tietosisältö	Toteumamalli tuoteosamalli aliurakkakohtainen toteumatieto (linkit toimittajien tuotetiedostoihin) aliurakkakohtainen tietotarve
Toiminto	Suunnittelijat päivittävät tuoteosamallinsa PJ-urakoitsijalta saamansa toteumatiedon perusteella. Toteumatietoa päivitettäessä on huolehdittava mallien yhteensopivuudesta suunnittelijoiden kesken. Suunnittelutiimin on tehtävä selväksi natiivimallin säilyvyys ja päivitystiedon sisällyttäminen muutosmalliin.
Tulosteet	Päivitetty tuoteosamalli

Liite 63 Ylläpidon mallin täsmentäminen - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentaminen
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Käyttäjä–Ylläpitäjä
Tietosisältö	<p>Toteumamalli ylläpidon tarpeisiin</p> <p>elinkaaritiedon suunnittelu toteutunut laitetieto toteutunut pinta-alatieto toteutunut pintatieto toteutunut tilatieto toteutunut tilavuustieto laitetieto sisältää suunnitellun käyttöikäjakson ja huoltotiedon</p> <p>Kiinteistötieto</p> <ul style="list-style-type: none"> • piha-alueet • käytettävyys • kiinteistö <p>Huoltotieto</p> <ul style="list-style-type: none"> • lumenkaatoalueet • kiinteistön logistiikka • turvallisuus ja valvonta
Toiminto	<p>Ylläpitäjä tarkistaa yhdessä suunnittelijoiden kanssa, mitä ylläpidon mallin tietosisällön tulee sisältää, jotta tietomallia voidaan käyttää ylläpidon tarpeisiin oikein.</p> <p>Ylläpidon malli on karsittu versio suunnittelijoiden toteumamallista. Ylläpitäjä määrittelee ne asiat, mitä ylläpidossa todella tarvitaan, jotta malli ei tule liian raskaaksi.</p>
Tulosteet	Ylläpidon tietosisältö ja mallin käyttötarve

Liite 64 Toteumamalli arkkitehti - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentaminen
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Arkkitehti
Tietosisältö	Toteumamalli ylläpidon tarpeiden mukaan
Toiminto	Suunnittelijat päivittävät ns. natiivituoteosamallinsa PJ-urakoitsijalta saamansa toteumatiedon perusteella. Natiivituoteosamalli luovutetaan tilaajalle säilytettäväksi. Tilaajalle luovutetaan myös kevennetty ylläpidon malli. Ylläpidon mallia käytetään rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana käytön, ylläpidon ja huollon suunnitteluun.
Tulosteet	Arkkitehdin toteumamalli

Liite 65 Toteumamalli rakennesuunnittelija - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentaminen
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Rakennesuunnittelija
Tietosisältö	Toteumamalli
Toiminto	<p>Suunnittelijat päivittävät ns. natiivituoteosamallinsa PJ-urakoitsijalta saamansa toteumatiedon perusteella. Natiivituoteosamalli luovutetaan tilaajalle säilytettäväksi. Tilaajalle luovutetaan myös kevennetty ylläpidon malli. Ylläpidon mallia käytetään rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana käytön, ylläpidon ja huollon suunnitteluun.</p> <p>Rakennesuunnittelija päivittää toleranssit ylittävät rakenteet malliin. Projektitiimin on sovittava projektikohtaisesti, mikä on rakenteiden toleranssi eli mitä rakennesuunnittelijan tulee päivittää.</p>
Tulosteet	Toteumamalli

Liite 66 Toteumamalli TATE-suunnittelija - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakentaminen
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	TATE-suunnittelijan toteumamalli
Tietosisältö	Toteumamalli
Toiminto	Suunnittelijat päivittävät ns. natiivituoteosamallinsa PJ-urakoitsijalta saamansa toteumatiedon perusteella. Natiivituoteosamalli luovutetaan tilaajalle säilytettäväksi. Tilaajalle luovutetaan myös kevennetty ylläpidon malli. Ylläpidon mallia käytetään rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana käytön, ylläpidon ja huollon suunnitteluun.
Tulosteet	Toteumamalli

Liite 67 Ylläpidon yhdistelmämalli

Prosessin vaihe	Ylläpito
Päätöspiste	Muutospäätös Korjauspäätös (Purkupäätös)
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja—Käyttäjä/Ylläpitäjä
Tietosisältö	Ylläpidon yhdistelmämalli Ylläpidon yhdistelmämallilla on potentiaalia sisältää huoltokirja Ylläpidon aikaiset muutokset ja päivitykset
Toiminto	Ylläpidon malleja päivitetään käytön aikana. Ylläpidon yhdistelmämallin avulla tarkastellaan rakennusta kokonaisuutena. Ylläpidon mallin ja suunnitelmien luovutus käyttäjälle Eri käyttöosapuolien opastaminen Kunnossapitojaksot Ylläpidon yhdistelmämallia käytetään rakennuksen käytön, ylläpidon ja huollon suunnitteluun. Ylläpidon yhdistelmämalli tuotetaan kaikkien suunnittelijoiden tuottamien toteumamallien perusteella. Ylläpidon yhdistelmämalli on karsittu tietomalli, johon sisällytetään vain ylläpidon tarpeisiin liittyvä tieto. Ylläpidon yhdistelmämalli tuotetaan aina, kun rakennukseen tehdään merkittävä peruskorjaus tai muu korjaustoimenpide, mikä vaatii suunnittelijoiden suunnittelumallin päivittämisen. Ylläpidon yhdistelmämalliin ei suoriteta suuria muutoksia, se toimii lähtötietona ylläpidolle. Suuret muutokset tehdään aina

	suunnittelua vaativaan malliin, josta johdetaan uusi ylläpidon yhdistelmämalli.
Tulosteet	Päivitetty ylläpidon yhdistelmämalli

Liite 68 Mallien luovutus tilaajalle

Prosessin vaihe	Vastaanotto
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Suunnittelijat–Pääsuunnittelija–Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	Natiivit tuoteosamallit, toteumamallit, ylläpidon mallit, ylläpidon yhdistelmämallit
Toiminto	Pääsuunnittelija kerää kaikkien suunnittelijoiden natiivit tietomallit ja luovuttaa ne tilaajalle.
Tulosteet	Kaikkien suunnittelijoiden natiivit tietomallit

Liite 69 Kaikkien mallien vastaanotto

Prosessin vaihe	Vastaanotto
Päätöspiste	Vastaanottopäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	Natiivit tuoteosamallit, toteumamallit, ylläpidon mallit, ylläpidon yhdistelmämalli
Toiminto	Tilaaaja/Rakennuttaja vastaanottaa kaikki natiivit tuoteosamallit
Tulosteet	Kaikkien suunnittelijoiden natiivit tietomallit

Liite 70 Toteumamalli arkkitehti (natiivi) - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakennuksen vastaanotto
Päätöspiste	Ylläpitopäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	Arkkitehdin natiivi toteumamalli
Toiminto	Suunnittelijat säilyttävät alkuperäisen toteumamallinsa ilman muutoksia.
Tulosteet	Alkuperäinen arkkitehdin toteumamalli

Liite 71 Toteumamalli rakennesuunnittelija (natiivi) - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakennuksen vastaanotto
Päätöspiste	Ylläpitopäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	Rakennesuunnittelijan natiivi toteumamalli
Toiminto	Suunnittelijat säilyttävät alkuperäisen toteumamallinsa ilman muutoksia.
Tulosteet	Alkuperäinen rakennesuunnittelijan toteumamalli

Liite 72 Toteumamalli TATE-suunnittelija (natiivi) - tietosisältö

Prosessin vaihe	Rakennuksen vastaanotto
Päätöspiste	Ylläpitopäätös
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja
Tietosisältö	TATE-suunnittelijan natiivi toteumamalli
Toiminto	Suunnittelijat säilyttävät alkuperäisen toteumamallinsa ilman muutoksia.
Tulosteet	Alkuperäinen TATE-suunnittelijan toteumamalli

Liite 73 Mallin päivitys/muutosloki - tietosisältö

Prosessin vaihe	Ylläpito
Päätöspiste	Suunnittelua vaativa <ul style="list-style-type: none"> • muutospäätös • korjauspäätös • (purkupäätös)
Osapuoli	Ylläpito – Suunnittelija
Tietosisältö	Ylläpidon päivitystieto
Toiminto	<p>Ylläpitäjä päivittää ylläpidon malliin pienet käytönaikaiset muutokset, esim. seinän maalaus tms. Ylläpidon malli toimii lähtötietona rakennuksen käytölle, ylläpidolle ja huollolle. Ylläpidon päivityslokiä pidetään yllä ylläpidonjärjestelmässä jatkuvasti.</p> <p>Ylläpidon malli päivittyy, kun rakennukseen tehdään suunnittelua vaativa suurempi peruskorjaus tai muutos. Ylläpidon malli tuotetaan aina suunnittelijan tietomallin pohjalta.</p>
Tulosteet	Päivitetty ylläpidon malli

Liite 74 Ylläpidon yhdistelmämalli - tietosisältö

Prosessin vaihe	Ylläpito
Päätöspiste	Muutospäätös Korjauspäätös (Purkupäätös)
Osapuoli	Tilaaaja/Rakennuttaja—Käyttäjä/Ylläpitäjä
Tietosisältö	Ylläpidon yhdistelmämalli Ylläpidon yhdistelmämallilla on potentiaalia sisältää huoltokirja Ylläpidon aikaiset muutokset ja päivitykset
Toiminto	Ylläpidon malleja päivitetään käytön aikana. Ylläpidon yhdistelmämallin avulla tarkastellaan rakennusta kokonaisuutena. Ylläpidon mallin ja suunnitelmien luovutus käyttäjälle Eri käyttöosapuolien opastaminen Kunnossapitajakset Ylläpidon yhdistelmämallia käytetään rakennuksen käytön, ylläpidon ja huollon suunnitteluun. Ylläpidon yhdistelmämalli tuotetaan kaikkien suunnittelijoiden tuottamien toteumamallien perusteella. Ylläpidon yhdistelmämalli on karsittu tietomalli, johon sisällytetään vain ylläpidon tarpeisiin liittyvä tieto. Ylläpidon yhdistelmämalli tuotetaan aina, kun rakennukseen tehdään merkittävä peruskorjaus tai muu korjaustoimenpide, mikä vaatii suunnittelijoiden suunnittelumallin päivittämisen. Ylläpidon yhdistelmämalliin ei suoriteta suuria muutoksia, se toimii lähtötietona ylläpidolle. Suuret muutokset tehdään aina

	suunnittelua vaativaan malliin, josta johdetaan uusi ylläpidon yhdistelmämalli.
Tulosteet	Päivitetty ylläpidon yhdistelmämalli

Liite 75 Pienten muutosten korjaus - tietosisältö

Prosessin vaihe	Käyttö ja ylläpito
Päätöspiste	Ylläpitopäätös
Osapuoli	Ylläpitäjä
Tietosisältö	<p>Käytönaikaisen ylläpitotiedon päivittäminen ylläpidon malliin</p> <p>Periaatteellisesti kaikki muutokset päivitetään malliin. Vähäisiä tai oleellisesti käyttöön ja ylläpitoon vaikuttamattomia päivityksiä ei kohtuuttoman työmäärän vuoksi päivitetä.</p> <p>Malliin päivitetään mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> • lattiapinnat • tekniset muutokset • seinämuutokset • TATE-muutokset
Toiminto	<p>Ylläpitäjä päivittää ylläpidon mallin ajan tasalle käytönaikaisen muutosten perusteella.</p> <p>Mallimuutokset ja päivitykset sovitaan vuokrasopimuksessa. Tilaaja määrittelee päivitysvastuun, -seurannan ja -muutokset. Mallin päivitys sisältyy palvelusopimukseen.</p>
Tulosteet	Päivitetty ylläpidon malli

Liite 76 Mallin välttämätön päivitys - tietosisältö

Prosessin vaihe	Ylläpito
Päätöspiste	Muutospäätös Korjauspäätös (Purkupäätös)
Osapuoli	Suunnittelija
Tietosisältö	Ylläpidon päivitystieto
Toiminto	<p>Suunnittelijoiden malleja päivitetään, kun kiinteistöön on tehty suurempi muutos tai suunnitellaan suurta korjaustoimenpidettä.</p> <p>Suunnittelijat tekevät natiiveista malleistaan kopiot ja käyttävät niitä suunnitelmiensa lähtötietona. Ylläpidon järjestelmästä otetaan ulos muutosloki ja ylläpitoloki, joita käytetään suunnittelun lähtötietona.</p> <p>Suunnittelijoiden mallien perusteella tuotetaan uudet ylläpidon mallit ja ylläpidon yhdistelmämalli.</p>
Tulosteet	Päivitetty malli