



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# RAKENNUSLIIKKEEN TIETOMALLIOHJE ARKKITEHTISUUNNITTELUUN

TEKIJÄ: Henri Kuokkanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Henri Kuokkanen			
Työn nimi Rakennusliikkeen tietomalliohje arkkitehtisuunnitteluun			
Päiväys	4.5.2016	Sivumäärä/Liitteet	44/5
Ohjaaja(t) lehtori Viljo Kuusela, yliopettaja Janne Repo			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennusliike U. Lipsanen Oy			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä arkkitehtisuunnitteluun tietomalliohje, jonka tarkoituksena on kehittää yhteistyötä rakennusliikkeen ja arkkitehtisuunnittelutoimistojen välillä. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Rakennusliike U. Lipsanen Oy. Ohjeen tarkoitus on saada rakennusliikkeelle tietomallit siinä muodossa, että niitä pystytään hyödyntämään sekä suunnittelussa että työmaalla mahdollisimman tehokkaasti.</p> <p>Opinnäytetyöhön kerättiin tietoa yleisistä tietomallivaatimuksista, aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta, verkkojulkaisuista ja asiantuntijahaastattelusta. Aluksi opinnäytetyössä tutustuttiin aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen ja verkkojulkaisuihin. Seuraavaksi opinnäytetyössä tutkittiin rakennusliikkeeltä saatuja arkkitehdin tekemiä tietomalleja. Tietomalleja verrattiin yleisiin tietomallivaatimuksiin. Rakennusliikkeen suunnittelupalavereissa keskusteltiin tietomalliohjeen sisällöstä ja sen kehittämisestä. Seuraavaksi tutkittiin natiivimallien ja IFC-mallien välistä tiedonsiirtoa. Lopuksi tehtiin aiheesta kooste.</p> <p>Lopputuloksena laadittiin tietomalliohje arkkitehtisuunnitteluun Rakennusliike U. Lipsanen Oy:lle. Ohje pohjautuu yleiseen tietomallivaatimukseen ja täydentää niitä rakennusliikkeen haluaman tietosisällön osalta. Tämä ohje antaa vastauksen rakennusliikkeen haluamaan tietomallin tietosisältöön toteutussuunnitteluvaiheessa. Lopputulosta voidaan hyödyntää tulevaisuudessa yrityksen omissa rakennushankkeissa.</p>			
Avainsanat Tietomalli, rakennusliike, arkkitehtisuunnittelu, rakentaminen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Henri Kuokkanen			
Title of Thesis Modeling Instructions for Construction Company			
Date	4 May 2016	Pages/Appendices	44/5
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Senior Lecturer, Mr. Janne Repo, Architect			
Client Organisation /Partners Rakennusliike U. Lipsanen Ltd			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this Bachelor's Thesis was to draw up a building information model instruction for architectural design. The purpose is to develop co-operation between the construction company and architect offices. This thesis was commissioned by Rakennusliike U.Lipsanen Ltd. The main object was to give the building information model (BIM) for the company in the form that they can utilise it as efficiently as possible both on the worksite and in designing.</p> <p>Information was collected from common BIM requirements 2012, literature, Internet publications and interviews with professionals. The first step was to explore literature and Internet publications. Next step was to analyze building information models made by an architect. Differences between BIM requirements 2012 and BIM were compared. In the planning meetings with the construction, company the content of BIM instructions were discussed and how they can be developed. Next step was to study data transfer between the IFC model and native model. Finally, a summary was made from the theme.</p> <p>As a result of this thesis, a building information model instruction for architectural desing was made for Rakennusliike U.Lipsanen Ltd. The instruction is based on common BIM requirements 2012 and it was filled in by the data content that the construction company wanted. This instruction gives an answer to the BIM data content in the period of the realization planning, which the company wanted to have. In the future, the results can be utilised in the company's construction projects.</p>			
Keywords Building information model (BIM), construction company, architectural desing, construction			

## ESIPUHE

Haluan kiittää Rakennusliike U.Lipsanen Oy:tä siitä, että olen saanut mahdollisuuden tehdä opinnäytetyöni mielenkiintoisesta ja ajankohtaisesta aiheesta. Työntekeminen on ollut opettavaista ja antaa valmiuksia tuleviin työtehtäviin. Suuri kiitos Jörg Hansmanille ja Evita Valkamalle hyvästä ohjauksesta ja innostavasta työilmapiiristä koko opinnäytetyön ajan.

Haluan kiittää myös ohjaajaani Ville Kuuselaä hyvästä ja selkeästä ohjauksesta.

Kuopiossa 4.5.2016

Henri Kuokkanen

## SANASTO

4D	Tietomalli, johon on liitetty neljäs ulottuvuus esim. aikataulu.
Attribuutti	Kuvaavat objektien ominaisuuksia, kuten pituus, paino, hinta jne.
BIM	Building information model, rakennuksen tietomallista käytetty termi.
CAD	Computer-aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu.
COBIM	Senaatti-kiinteistöjen mallintamishojjeiden laajentamis- ja päivittämis-hanke.
IFC	Industry Foundation Classes, tiedonsiirtoon kehitetty standardi.
Kuvataso	CAD-sovellusten mekanismi tietojen ryhmittelemiseksi ja suodattamiseksi haluttuina kokonaisuuksina.
Natiivimalli	Mallinnusohjelman omaan tiedostomuotoon tallennettu tietomalli.
Objekti	Tiettyä asiaa kuvaavien tietojen kooste, jota käytetään sovelluksissa yhtenä kokonaisuutena esimerkiksi seinä, ovi, ikkuna jne.
Parametri	Objektin ominaisuus tai sille annettu arvo.
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012.

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
1.1	Tausta ja tavoitteet .....	8
1.2	Toimeksiantaja .....	8
2	TIETOMALLI .....	9
2.1	Mikä on tietomalli? .....	9
2.2	Yleiset tietomallivaatimukset 2012 .....	10
2.3	Tietomallintamisen hyödyt rakennusliikkeelle .....	11
2.4	Tietomallintamisen haasteet .....	12
2.5	Tietomallin kehityshanke .....	13
3	TIETOMALLIPOHJAISEN HANKKEEN ERITYISPIIRTEITÄ .....	14
3.1	Mallintamisen laajuus ja tarkkuus.....	14
3.2	Tiedonsiirto ja IFC standardi .....	15
3.3	Tietomallihankkeen organisointi .....	16
4	TIETOMALLI RAKENNUSHANKKEEN ERI VAIHEISSA .....	18
4.1	Suunnitteluvaihe .....	18
4.2	Toteutusvaihe.....	20
4.3	Vastaanotto ja ylläpito.....	21
5	TIETOMALLIN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUSLIIKKEEN NÄKÖKULMASTA .....	22
5.1	Havainnollistaminen ja visualisointi .....	22
5.2	Määrä- ja kustannuslaskenta .....	23
5.3	Aikataulutus .....	25
5.4	Aluesuunnitelma ja työturvallisuusratkaisut.....	25
5.5	Tiedonsiirto ja kommunikointi .....	27
6	TIETOMALLIOHJEEN LAADINTA.....	28
6.1	Yleiset ohjeet.....	28
6.2	Nimeämiskäytännöt.....	29
6.3	Muutosten hallinta ja korjausrakentaminen.....	32
6.4	Mallintaminen ja tietosisältö.....	33
6.5	Lisäselvityksiä tietomallin hyödyntämiseen.....	36
6.5.1	Objektiluettelo .....	36
6.5.2	IFC-mallin parametritiedot .....	37

7 YHTEENVETO.....	40
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	42
LIITE 1: TIETOMALLIOHJE ARKKITEHTISUUNNITTELUUN .....	44

## 1 JOHDANTO

Tietomallintaminen ja sen hyödyntäminen yleistyvät rakennushankkeissa. Tietomallia voidaan hyödyntää rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa aina suunnittelusta ylläpitoon saakka ja sen merkitys tulee entisestään korostumaan. Tehokkaan tietomallin hyödyntämisen edellytyksenä ovat laadukkaat ja oikein tehdyt tietomallit.

### 1.1 Tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön aiheena on tietomalliohje arkkitehtisuunnitteluun. Ohjeen lähtökohtana olivat aikaisemmat kokemukset rakennusliikkeelle luovutetuista tietomalleista, joissa oli havaittu kehityskohteita. Suurimmat kehityskohteet tietomalleissa liittyivät nimeämiskäytäntöihin ja tietosisältöön. Tietomalleja ei pystytä hyödyntämään tarpeeksi tehokkaasti rakennusliikkeen omassa toiminnassa. Opinnäytetyössä tarkastellaan, miten rakennusliike pystyy hyödyntämään tietomalleja rakennushankkeessa.

Työn tarkoituksena on laatia selkeä tietomalliohje arkkitehtisuunnitteluun, jota yritys voi hyödyntää tulevilla rakennushankkeilla. Tavoite on, että valmiit tietomallit sisältävät rakennusliikkeen haluamat tiedot ja vähentävät näin omaa työpanosta tietomalleja käsiteltäessä. Tietomalliohje antaa yhtenäisen ohjeistuksen arkkitehtitietomallin nimeämiskäytäntöihin ja tietosisältövaatimukseen toteutusvaiheessa. Ohje selkeyttää rakennusliikkeen ja arkkitehtisuunnittelutoimistojen välistä yhteistyötä. Tietomalliohje pohjautuu yleisiin tietomallivaatimukseen (YTV2012) ja täydentää niitä rakennusliikkeen haluaman tietosisällön osalta.

Aineistoa opinnäytetyöhön on kerätty yleisistä tietomallivaatimuksista, aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta, verkkojulkaisuista ja asiantuntijahaastatteluista. Opinnäytetyössä on hyödynnetty rakennusliikkeen luovuttamaa aineistoa toteutuneista tietomalleista. Tietolähteistä laadittiin Rakennusliike U.Lipsanen Oy:lle tietomalliohje arkkitehtisuunnitteluun.

### 1.2 Toimeksiantaja

Tilajana opinnäytetyölle toimii Rakennusliike U. Lipsanen Oy. Rakennusliikkeen päätoimiala on julkisten tilojen, sekä liike- ja teollisuustilojen rakentaminen ja saneeraus. Yrityksen toimialueena on koko Suomi ja se työllistää n. 80 henkilöä. Rakennusliike U. Lipsanen kuuluu Lipa-Betoni konserniin. Rakennusliikkeen keskeiset arvot ovat turvallisuus, laatu, asiakastyytyväisyys ja kannattavuus. Yritys kehittää jatkuvasti uusia ratkaisuja rakennusalalla yhteistyössä asiakkaiden ja yhteistyökumppanien kanssa. Rakennusliikkeen liikevaihto vuonna 2014 oli n. 28 miljoonaa euroa. (Rakennusliike U.Lipsanen Oy:n www-sivut.)



## 2 TIETOMALLI

1990-luvulle saakka rakennukset suunniteltiin käsin piirtämällä. Kaksiulotteinen CAD-suunnittelu ja CAD-piirtäminen yleistyi nopeasti 1990-luvun aikana. Rakennushankkeessa kolmiulotteeseen suunnittelutekniikkaan siirryttiin 2000-luvulla. Tämä mahdollisti visuaalisen 3D-mallintamisen. 3D-suunnittelu kehittyi myöhemmin tietomallintamiseksi. Tietomalli eroaa 3D-suunnittelusta siten, että tietomalli sisältää myös rakenteiden ja osien tietojen kuvauksen. Tietomallista käytetään yleisesti englanninkielistä termiä building information model (BIM). (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 3.)

### 2.1 Mikä on tietomalli?

Tietomalli on kokonaisuus, joka sisältää sähköisessä muodossa tietoa rakennuksesta sen koko elinkaaren ajan. Tietomallilla tarkoitetaan rakennuksen geometrian kuvaamista moniulotteisesti ja sen sisältämiä rakennusosia ja ominaisuuksia (Silius 2015). Tietomallintaminen suoritetaan kolmiulotteisilla objekteilla, joihin voidaan liittää tuotetietoa, asennusohjeita ja ylläpitotietoa. Se auttaa hallitsemaan paremmin rakennuksesta käytettävissä olevaa tietoa suunnittelussa, toteuttamisessa, käytössä ja ylläpidossa. Tietomallista saadaan tietoa rakennuksen tiloista, rakenteista, materiaaliominaisuuksista, mitoista ja määristä. Lisäksi se voi sisältää tietoa tontista ja muusta ympäristöstä. Tietomallintamisen keskeisiä periaatteita ovat miten tietomalli tehdään, kuka tietomallin tekee, mitä tietoja tietomalliin sisällytetään ja mihin tietomallien sisältöä käytetään. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 8 - 9.)



KUVA 1. Tietomalli rakennushankkeessa (Kuokkanen 2016)

Tietomallintaminen ja 3D-malli sekoitetaan usein keskenään, vaikka ne eivät ole sama asia. 3D-malli kuvaa vain rakennuksen geometriset muodot ja ulkonäön. Tietomalli on laajempi kokonaisuus, joka sisältää edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi tietoa rakennuksesta. Tietomallista voidaan tehdä myös simulointeja, joilla pystytään selvittämään mm. rakennuksen käyttöä tai energiankulutusta.

Rakentamisen tietomalli on aina luovan työn tulos. Rakentamisen suunnitteluprojektissa arkkitehdit, rakenne- ja talotekniikansuunnittelijat laativat omat tietomallit. (Silius 2015). Eri suunnitteluosapuolten tietomallien yhdistämisellä laaditaan yhdistelmämalli. Tietomallipohjaisessa suunnittelussa painotetaan yhteystyökykyä. Paras tulos saadaan eri osapuolten osaamisen yhdistämisellä. Suunnittelu-prosessi voi edetä samanaikaisesti ja päällekkäisesti eri suunnitteluosapuolten välillä. Tietoa voidaan koota ennakoivasti tulevia hankevaiheita varten ja sitä jaetaan vapaasti tietoa tarvitseville. Samalla hankkeen hallittavuus paranee ja se hyödyttää hankkeen kaikkia osapuolia. (RT 10-10992, 2, Tietomallinnettava rakennushanke.) Digitaalisessa muodossa oleva tieto tallennetaan vain kerran ja se on löydettävissä yhdestä lähteestä. Tämä varmistaa helpon päivitettävyyden ja vähentää riskejä käyttää väärää tietoa rakennushankkeessa. Tavoitteena tietomallipohjaisessa suunnittelussa on tehostaa suunnitteluprosessia ja parantaa rakentamisen laatua. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006b, 10.)

## 2.2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 eli YTV2012 on kehittämishankkeen, COBIM, tulos. Senaattikiinteistöt julkaisi vuonna 2007 tietomallivaatimukset ja COBIM hankkeessa nämä ohjeet päivitettiin. Nykyisin yleisiä tietomallivaatimuksia hallinnoi BuildingSmart Finland ja sen tarkoituksena on levittää tietoa tietomallintamisesta ja tukea yrityksiä tietomallipohjaisten prosessien käyttöönotossa. (BuildingSmart.)

Tietomallinnus yleistyy nopeasti rakennushankkeissa ja siitä seurasi, että oli tarvetta luoda yleiset tietomallivaatimukset. Nykyisin rakennushankkeessa määritellään entistä täsmällisemmin mitä ja miten mallinetaan. YTV2012 perustuu aikaisempiin ohjeisiin ja niistä saatuihin käyttökokemuksiin. Se luo kattavan ohjeistuksen uudis- ja korjausrakentamiseen sekä rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon. YTV:ssä on ilmoitettu tietomallien vähimmäisvaatimukset. Näiden lisäksi voidaan tapauskohtaisesti ilmoittaa lisävaatimuksia hankekohtaisesti. Suunnittelusopimuksessa esitetään tietomallivaatimukset ja tietosisältö yhdenmukaisesti. (RT 10-11066, 1-2, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 1. Yleinen osuus.) YTV koostuu seuraavista osioista:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Mallien käyttö havainnollistamisessa

9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallin hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

Näiden dokumenttien lisäksi on julkaistu täydentäviä liitteitä suunnitteluosapuolten mallinnus tarkkuuteen ja vaatimuksiin liittyen. Täydentävät liitteet:

- YTV2012 Täydentävä liite ARK tilaajan ohje
- YTV2012 Täydentävä liite RAK tilaajan ohje
- YTV2012 Täydentävä liite Talotekniikan määrälaskentaohje
- YTV2012 Täydentävä liite Talotekniikan mallinnusvaatimuksia

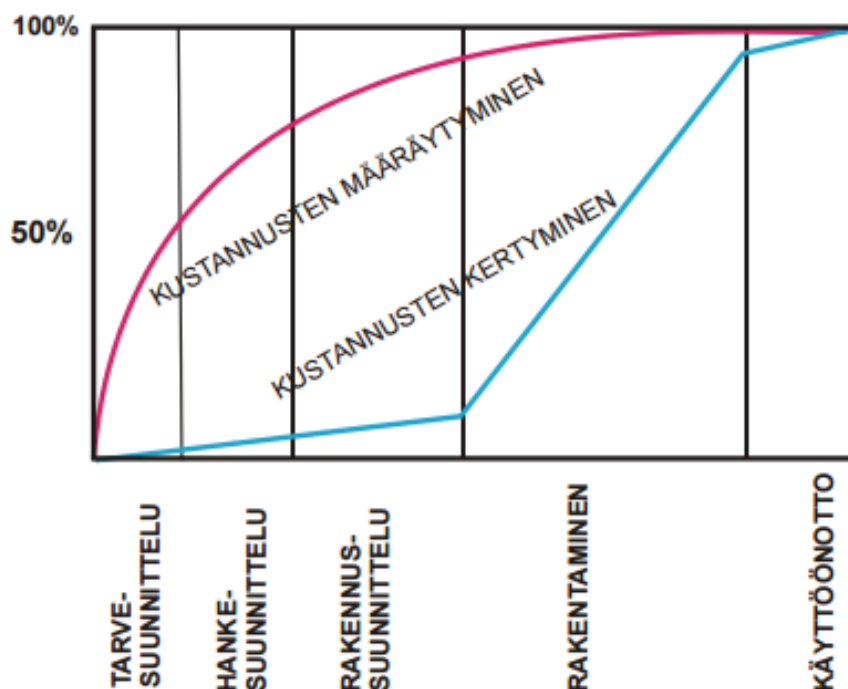
### 2.3 Tietomallintamisen hyödyt rakennusliikkeelle

Tietomallin avulla saadaan merkittäviä etuja rakennusliikkeelle hankkeen edetessä. Suurin hyödyntämistapa on havainnollistaminen. Rakennuskohteessa on mahdollisuus tarkastella tietomallia kolmiulotteisesti. Se auttaa havainnollistamaan kohdetta paremmin todenmukaisten 3D-mallien avulla. Kohteen detaljeja ja yksityiskohtia pystytään tarkastelemaan työmaalla tietomallista. Tietomallin käyttö mahdollistaa myös eri toteutustapojen vertailun. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 15).

Suunnittelussa mahdolliset virheet havaitaan tarkemmin ja niihin päästään puuttumaan aikaisemmassa vaiheessa. Rakennusliikkeen näkökulmasta on tärkeää, että virheet havaitaan jo suunnittelu- vaiheessa. Tarvittavat korjaustoimenpiteet suunnitelmiin voidaan tehdä aikaisemmin ja työmaalla säästetään muutostöiden aiheuttamilta kustannuksilta. Työmaalla suunnitteluvirheen aiheuttamat muutostyöt vähenevät ja se mahdollistaa aikataulussa pysymisen.

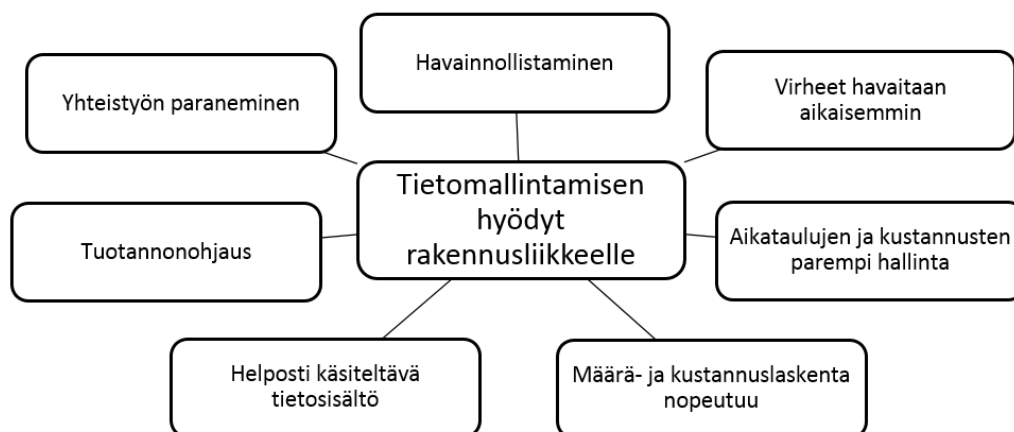
Tietomalliin aikataulu voidaan liittää neljänneksi ulottuvuudeksi. Aikataulu esitetään tietomallissa rakennusosien värikoodeilla, jota kutsutaan 4D-suunnitteluksi. Lisäksi tietomalliin on mahdollista lisätä kustannusten ohjaus, jota kutsutaan 5D-suunnitteluksi. Tietomalli mahdollistaa myös nopeamman ja luotettavamman tiedonjakamisen rakennushankkeen osapuolten kesken. Hankkeeseen liittyvää viestintää ja kommunikointia voidaan havainnollistaa kuvien sekä merkintöjen avulla.

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa kustannusten määrittely hankkeen alkuvaiheessa helpottuu (kuva 2). Rakennusliikkeen näkökulmasta on tärkeää, että toimituskokonaisuuksia voidaan jaotella hankkeen edetessä. Tietomallipohjainen suunnittelu mahdollistaa suunnittelun ja kustannuslaskennan välisen yhteistyön suunnittelun edetessä. Tässä vaiheessa kustannuksia voidaan vertailla kokonaisvaltaisesti. Erilaisia kustannusarvioita on mahdollista tuottaa hankkeen eri vaiheissa ja kustannustiedonhallinta paranee. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 16.)



KUVA 2. Kustannusten määräytyminen tietomallihankkeessa (ProIT).

Tietomallin avulla tapahtuva määrä- ja kustannuslaskenta nopeutuu, koska tieto on reaaliaikaista. Tietomallista saadaan tuotettua määrälueletot suunnitteluohjelmilla tai erillisillä määrälaskentaohjelmilla. Määrälueletot siirretään rakennusliikkeen omiin kustannuslaskentaohjelmiin. Rakennusliike hyödyntää määräluelettoja tuotannon ohjauksessa ja materiaalihankintojen suunnittelussa. Tästä kaikesta seuraa laadukkaampi lopputulos.



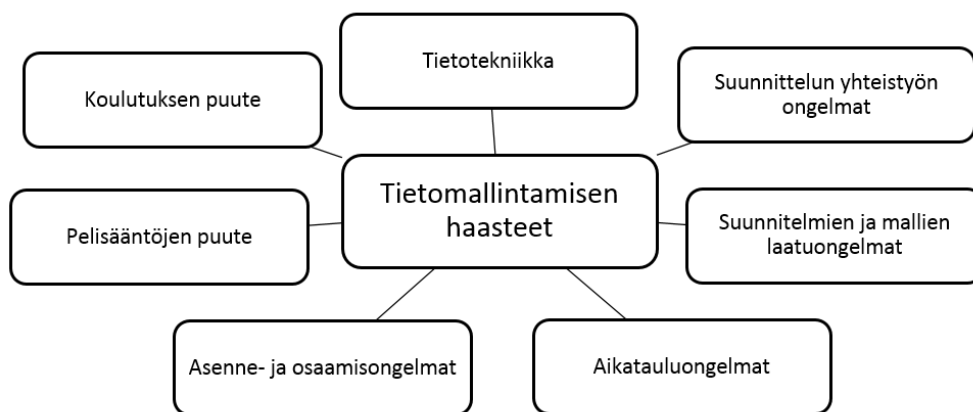
KUVIO 1. Tietomallintamisen hyödyt rakennusliikkeelle (Kuokkanen 2016).

## 2.4 Tietomallintamisen haasteet

Tietomallipohjainen suunnittelu tuo mukanaan myös haasteita. Tietomallihankkeessa on tärkeää, että projektin kaikki suunnitteluosapuolet sitoutuvat käyttämään yhdessä sovittuja sääntöjä mallintamisessa. Näin projektista saadaan paras mahdollinen hyöty projektin kaikille osapuolille aina suunnittelun alusta rakennuksen ylläpitoon saakka. Tietomallipohjainen suunnittelu on pitkäjänteistä kehitystoimintaa, joka edellyttää tiivistä yhteydenpitoa hankkeen osapuolten välillä. IT-osaaminen yrityksissä on keskeinen osa suunnitteluprosessia. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 17). Alan no-

pean kehittämisen takia tietomallintaminen vaatii jatkuvaa kouluttautumista ja omatoimista opiskelua aiheen parissa.

Rakennusliikkeen näkökulmasta haasteena ovat tietomallien laatuun ja sen käyttöön liittyvät ongelmat. Tietomalleja ei pystytä hyödyntämään täysimääräisesti, jos tietomallit eivät ole tehty oikein. Nimeämiskäytäntöjen vaihtelevuus tietomalleissa voi aiheuttaa ongelmia rakennusliikkeille mm. määrälaskennassa. Tietomallien korjaaminen aiheuttaa ylimääräistä mallinnustyötä. Haasteena voi olla myös riittävän koulutuksen ja opastuksen saaminen tietomallin käyttöön. Tämä vaatii oma-aloitteisuutta ja asioihin perehtymistä kaikilta yrityksen työntekijöiltä. Myös koneiden ja ohjelmien toimimattomuus voi aiheuttaa ongelmia rakennushankkeessa eri osapuolille. Työmaalla käytettävät tietomallit tulee olla käytännöllisiä ja helposti tulkittavia. Työmaalla käytössä oleviin tietomalleihin tallennetaan vain tarvittavaa tietoa, jotta ohjelma ei käy liian raskaaksi. (Tietomallintamisen käytönoton ongelmat rakennushankkeessa, Korpela, 9.)



KUVIO 2. Tietomallintamisen haasteet (Muokattu lähteestä Tietomallintamisen käyttöönoton ongelmat rakennushankkeessa, Korpela, 9)

## 2.5 Tietomallin kehityshanke

Tietomallintamisen kehittämiseksi ja yhdenmukaistamiseksi Euroopassa on perustettu EU BIM Task -Group työryhmä. Sen tavoite on laatia yhteiset käytännöt EU-tason toiminnalle tietomallintamisessa. Työryhmä on perustettu helmikuussa 2016. Suomi ja Norja olivat Euroopassa ensimmäiset maat, jotka julkaisivat omissa maassaan tietomalli-standardit. Tämän jälkeen omia tietomalliohjeita on julkaissut mm. Iso-Britannia, Hollanti, Italia, Ranska, Saksa ja Espanja. EU BIM Task -Group työryhmän tehtävänä on yhtenäistää kansallisten tietomallien ohjeita linjassa eurooppalaiseen lähestymistapaan ja kehittää rakentamisen digitalisoitumista. Työryhmä koostuu rakennusalan asiantuntijoista sekä julkiselta että yksityiseltä puolelta. Osallistujia työryhmässä on 14:stä eri Euroopan maasta. Euroopan komissio on myöntänyt hankkeelle kaksivuotisen rahoituksen. Hankkeen tavoitteena on laatia käsikirja, joka sisältää yhteisiä periaatteita tietomallipohjaisessa suunnittelussa EU:n alueella. Hanke ei luo uusia tai kilpailevia standardeja, jotka voisivat vaikuttaa BuildingSMART:n ylläpitämiin ohjeisiin. (planningandbuildingcontroltoday.)

### 3 TIETOMALLIPOHJAISEN HANKKEEN ERITYISPIIRTEITÄ

Seuraavassa luvussa käsitellään asiakokonaisuuksia, jotka vaikuttavat rakennusliikkeelle luovutettaviin tietomallien tietosisältöön ja sen laatuun. Rakennusliikkeen näkökulmasta on tärkeää, että tietomallit ovat tehty laadukkaasti ja oikein, jotta niitä pystytään hyödyntämään tehokkaasti.

#### 3.1 Mallintamisen laajuus ja tarkkuus

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa tietosisältö tarkentuu suunnittelun edetessä. Rakennusosien tietoa täydennetään siinä vaiheessa, kun se on rakennushankkeen kannalta oleellista. Tietoa tallennetaan malliin oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 21.)

Rakennushankkeen alussa kohteelle määritellään mallintamisen laajuus ja sille asetetut laadulliset tavoitteet. RT-kortissa 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke, on määritelty tietomallintamisen laajuus. Laajimmillaan tavoitteena on saada rakennushankkeelle koko sen elinkaaren kattava tietojenhallinta sähköisessä muodossa. RT-kortissa 10-10992 tietomallin laajuustasot on luokiteltu neljään eri laajuustasoon. Suppea tietomallintaminen keskittyy vain yhteen hankeosapuoleen esim. rakennussuunnitteluun. Siinä tietomallintamisen hyödyt jäävät pieniksi. Integroidussa tietomallintamisessa on mukana kaikki suunnitteluosapuolet. Sillä pyritään tehokkuuteen ja suunnitelmien laadun parantamiseen. Kolmas laajuustaso on suunnittelun ja toteutuksen yhdistävä tietomallintaminen. Siinä tietomallia hyödynnetään suunnittelun lisäksi myös työmaalla esim. aikataulutuksessa ja tuotannonohjauksessa. Neljäs ja laajin taso on elinkaarihankkeet. Siinä pyritään rakennuksen koko elinkaaren aikaisten tietojenhallintaan. Suunnittelun ja rakentamisen aikainen tieto siirretään rakennuksen huoltokirjoihin ja kiinteistön ylläpidon tietojärjestelmiin. (RT 10-10992, 3 Tietomallinnettava rakennushanke.)

Tietomallin tarkkuustaso määritellään hankkeen vaiheen ja hyödyntämistarpeen mukaan. Yleisissä tietomallivaatimuksissa on määritelty mallien suunnittelualakohtaiset tarkkuustasot. Seuraavassa käsitellään arkkitehtisuunnittelun tarkkuustasot. YTV:ssä arkkitehtisuunnittelun tasot on jaettu kolmeen eri laajuustasoon. Arkkitehtisuunnittelun tasoa 1 käytetään suunnittelujen välisessä kommunikoinnissa ja suunnitelmien yhtensovittamisessa. Rakennusosat nimetään kuvaavasti, sijainti ja geometria mallinnetaan vaatimusten mukaisesti. Tason 2 käyttötarkoitus on energia-analyysit ja rakennusosapohjainen määrälaskenta. Rakennetyypit ja tuoteosat tulee olla määritelty oikein. Niiden perusteella kappalemäärät ja muut määrätiedot saadaan tuotetyypeittäin mallista. Tason 3 käyttötarkoitus on edellä mainittujen lisäksi aikataulutus ja hankinnat. Siinä rakennusosiin lisätään hankintojen kannalta oleelliset tiedot esim. valmistajatiedot. (RT 10-11068, 7, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.) Laatuvaatimukset, tavoitteet, tarkkuus ja tietosisältö kirjataan projektitoimintaohjeeseen suunnittelun alkuvaiheessa.

### 3.2 Tiedonsiirto ja IFC standardi

Tiedonsiirto on lisääntynyt merkittävästi tietomallihankkeissa. Tietoa siirretään sähköisesti hankkeen eri osapuolten välillä. Tiedonsiirto voi tapahtua yksisuuntaisesti osapuolelta toiselle tai keskitetysti hankkeen eri osapuolille. Tiedonsiirtomuoto riippuu käsiteltävästä tiedostosta ja vastaanottavan osapuolen ohjelmistoista. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 33.) Tietomallihankkeen alussa on tärkeää varmistaa ohjelmistojen ja tiedostomuotojen yhteensopivuus. Tiedostomuotojen yhteensopimattomuus voi muodostua ongelmaksi, koska eri ohjelmistot käsittelevät tietoa eri tavoilla. Tietoa voi hävitä sitä siirrettäessä, jos ohjelmistot eivät ole yhteensopivia. Myös yritysten erilaiset toimintatavat voivat aiheuttaa tiedonsiirto-ongelmia. Suurten ohjelmistopäivitysten tekemistä tulee välttää rakennushankkeen aikana. (RT 10-10992, 5, Tietomallinnettava rakennushanke.)

Rakennushankkeissa tietomallien tiedonsiirtoon käytetään yleensä projektipankkeja. Eri suunnittelualojen ehdotukset suunnitelmista tallennetaan projektipankkiin ja niitä käydään läpi suunnittelukouksissa. Suunnitteluprosessi etenee eri suunnitteluryhmien osalta päällekkäin ja on ensiarvoisen tärkeää, että projektipankissa olevat suunnitelmat ovat ajantasalla ja niitä tallennetaan riittävän usein. (RT 10-11066, 7, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 1. Yleinen osuus.) Jokaisen eri osapuolen on sitouduttava käyttämään sovittua tiedonsiirto tapaa. Näin projektipankista saadaan kaikki mahdollinen hyöty.

IFC eli Industry Foundation Classes on tietomallien tiedonsiirtoon kehitetty standardi. IFC on vapaasti suomennettuna elementtien ja objektien luokittelujärjestelmä. Tavoitteena on järjestää tietomallien objektien ja parametrien tiedonsiirto suunnittelijoiden välillä. (YS.IFC – IFC tiedonsiirto, 1) IFC-tiedostomuodon kehittäminen aloitettiin vuonna 1995 USAssa IAI:N toimesta (International Alliance for Interoperability). Nykyään kehitystyötä jatkaa Building SMART International. Käytössä oleva tiedostoformaattiversio on IFC2x3. Uudempi versio IFC2x4 on julkaistu vuonna 2013, mutta se ei edelleenkään ole laajassa käytössä. Kaikki käytössä olevat tietomallinsohjelmat tukevat IFC tiedonsiirto-standardia. (IFC TMK Powerpoint-diat.) Myös IFC5-versio on suunnitteluvaiheessa. Siinä odotetaan olevan täysi tuki eri infrastruktuurin aloille ja lisää parametrien ominaisuuksia. (BuildingSmart)

Pääperiaate IFC-tiedonsiirrossa on, että suunnitteluohjelma esikäsittelee tiedot omasta tiedostomuodosta IFC-muotoon. Vastaanottava sovellus käsittelee IFC-muodosta takaisin omaan sisäiseen muotoon. Ohjelmistosovelluksiin toteutetut IFC rajapinnat mahdollistaa IFC-muotoisen tiedoston muokkaamisen ja katselun tietomallista. IFC-standardiin toteutettu tietomalli mahdollistaa rakentamisen ja kiinteistön kunnossapidon tietojen tarkastelun rakennuksen koko elinkaaren ajalle. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006b, 24.)

IFC-tieto siirtyy parametreina, objekteina tai molempina. Mitä paremmin eri ohjelmistot ovat yhteensopivia, sitä kevyempää on tietoa käsitellä, koska geometriaa pitää siirtää vähemmän. Ennen tiedon siirtoa onkin hyvä tarkastella mitä tietoa halutaan siirtää ja mitkä ohjelmistot ovat käytettävissä. Natiivimallin muuttamisessa IFC-muotoon tietoa häviää aina. Tärkeä ja oleellinen tieto jää kuitenkin malliin. Tavallista natiivimallia siirrettäessä eri ohjelmistojen välillä, tietoa häviää kuitenkin paljon

enemmän.(YS.IFC - IFC-tiedonsiirto, 2.) Kun natiivimallia siirretään IFC-muotoon, on määriteltävä mihin käyttötarkoitukseen mallia hyödynnetään. Tietomallinnusohjelmissa on valmiita IFC-kääntömoduuleita, joilla voidaan rajata tai lisätä tietosisältöä mallin hyödyntämistarpedien mukaan. Lisäksi määritellään mitkä rakennusosat ja kerrokset siirretään IFC-malliin.

IFC-mallia käytetään yleensä havainnollistamiseen, mallien yhteensovittamiseen ja määrälaskentaan. Suomessa käytössä olevia IFC-tietomallin katseluohjelmia ovat mm. Tekla BIMSight ja Solibri Model Viewer. IFC-tiedostomuoto on valmistaja riippumaton, eli tietoa voidaan siirtää IFC-muodossa ohjelmistosta toiselle riippumatta valmistajasta. (IFC TMK Powerpoint-diat.)

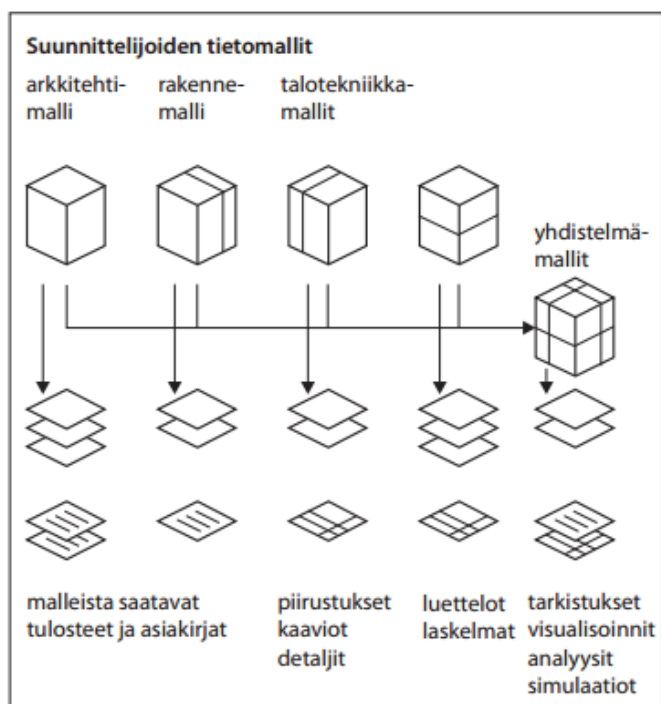
### 3.3 Tietomallihankkeen organisointi

Tietomallipohjaisessa suunnittelussa tarvitaan henkilö, joka vastaa teknisestä hallinnoinnista ja koordinoinnista. Ammattinimike tehtävään on tietomallikoordinaattori. Tietomallikoordinaattorin tehtävänä on ohjeistaa ja ohjata hankeosapuolten työskentelyä. Hän vastaa eri suunnitteluosapuolten mallien ja aikataulujen yhteensovittamisesta, niin että tietosisältö on oikea-aikaisesti ja oikeassa muodossa hankkeen käytettävissä. Yrityksellä voi olla erillinen tietomallikoordinaattori tai se voidaan liittää pääsuunnittelijan tehtävän kuvaan. (RT 10-10992, 4 Tietomallinnettava rakennushanke.)

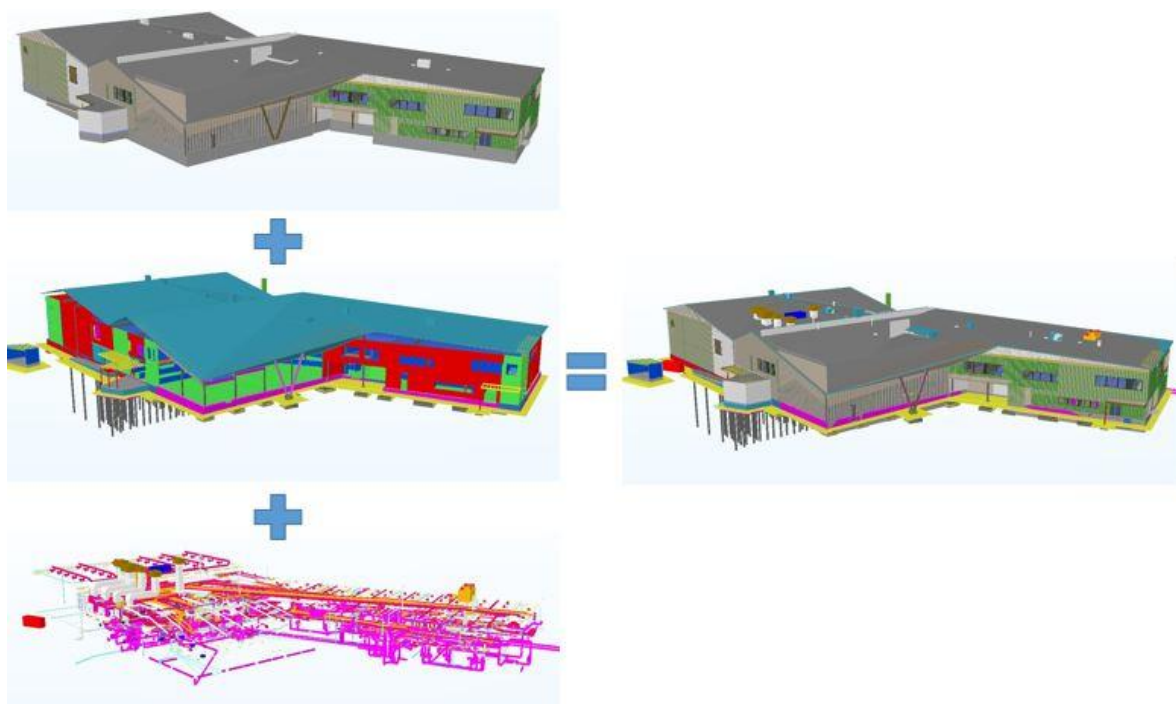
Tietomallipohjaisessa suunnittelussa työtä tehdään yleensä suunnitteluryhmittäin. Suunnittelun edessä sovitaan tarkastuspisteistä eri osapuolten kanssa. Tarkastuspisteitä pidetään hankkeen suunnittelun ja päätöksenteon kannalta tärkeiden palaverien yhteydessä. Tarkastuspisteissä suunnittelijoiden tekemät tietomallit yhdistetään yhdistelmämalliksi (kuva 3). Päällekkäisyys-, törmäys- ja risiintarkastamiset tehdään tarkastuspisteissä yhdistelmämallista. Tarvittavat muutokset tehdään aina alkuperäisiin tiedostoihin ja korjatusta tiedostosta suunnitteluosapuolet saavat uudet versiot. Tietomallikoordinaattori vastaa yhdistelmämallien toteutuksesta. (RT 10-10992, 5 Tietomallinnettava rakennushanke.)

Tietomallihankkeessa projektin alussa määritellään projektikoordinaatisto ja nollapiste eli origo. Yhteisen koordinaatiston sopiminen eri suunnitteluosapuolten välillä on välttämätöntä, jotta yhdistelmämallien muodostaminen onnistuu. Hankkeen alussa projektin toimintaohjeeseen kirjataan myös korkoasema. Se on joko kunnan korkoasema tai projektille määritelty oma korkoasema. (RT 10-11066, 3 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 1. Yleinen osuus).





KUVA 3. Suunnitteluosapuolten mallit yhdistetään yhdistelmämalliksi (RT 10-10992, 5, Tietomallinnettava rakennushanke).



KUVA 4. Arkkitehti, rakenne ja talotekniikan mallista luotu yhdistelmämalli (Muokattu lähteestä Rakennusliike U.Lipsanen Oy 2016).

## 4 TIETOMALLI RAKENNUSHANKKEEN ERI VAIHEISSA

Tietomalli tarkentuu suunnitteluprosessin edetessä ja hyödyntämismahdollisuudet riippuvat sen laajuudesta ja tietosisällöstä. Tässä kappaleessa käsitellään arkkitehtisuunnittelutietomallin kehittymistä rakennushankkeessa (kuva 5) ja sen hyödyntämistä rakennusliikkeen kannalta. Arkkitehdin tekemä tietomalli on lähtökohta ja toimii pohjana jokaisessa suunnitteluvaiheessa. (RT 10-11068, 2, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.)



KUVA 5. Tietomallin kehitys rakennushankkeessa (Kuokkanen 2016).

### 4.1 Suunnitteluvaihe

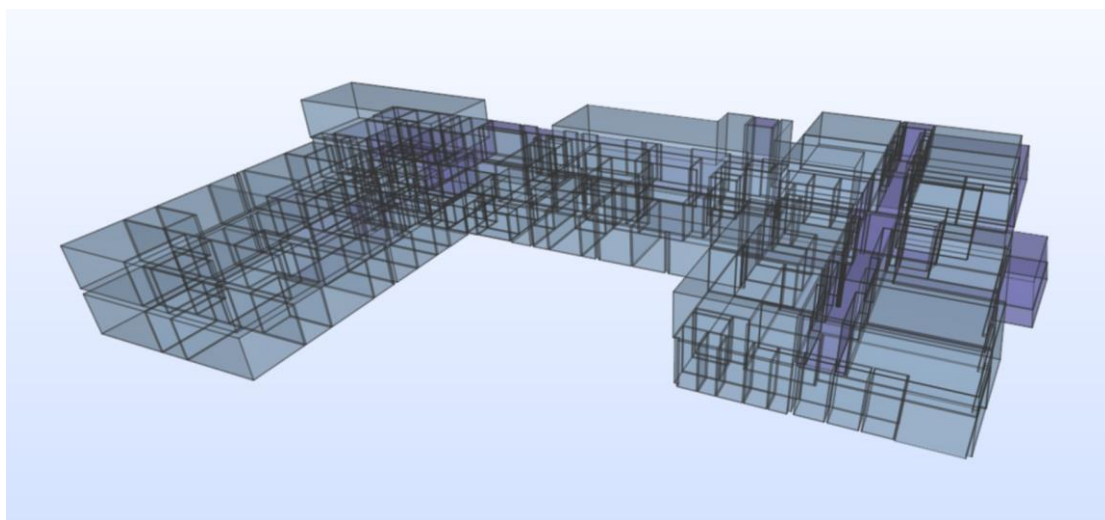
Tietomallintaminen alkaa arkkitehdin tekemästä vaatimusmallista. Siinä määritellään alustavat tilatarpeet ja niille asetettavat vaatimukset. Vaatimusmalli saattaa poiketa tavanomaisesta kolmiulotteisesta tietomallista. Minimivaatimuksena on taulukkomuodossa oleva tilaohjelma, joka sisältää tilojen pinta-alat ja erityisvaatimukset. Taulukkoa on mahdollista täydentää käyttäjän ja tilaajan haluamilla muutostoiveilla. Digitaalisessa muodossa olevaa tilaohjelmaa päivitetään projektin edetessä. Tilaohjelmassa voidaan esittää tilan nettoalatarve, tilankäyttö, sisäilman olosuhteet, äänieristys, valaistus, kalusteet, laitteet ja sisäpuoliset pintarakenteet. On kuitenkin tavallista, että projektin edetessä siihen liittyvät vaatimukset muuttuvat. Tässä vaiheessa tehdään ensimmäinen arvio ratkaisujen kustannuksista ja toteutuuko niille asetetut käyttövaatimukset. Tilaohjelma on apuväline, kun vertaillaan eri suunnitteluratkaisuja. (RT 10-11068, 6, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.) Rakennusprojektin alkuvaiheessa rakennusliike ei yleensä ole mukana hankkeessa ja vaatimusmallien hyödyntäminen rakennusliikkeen toiminnassa jää vähäiseksi.

Seuraavassa vaiheessa arkkitehti mallintaa lähtötilanteen ja tontin eli kohteesta tehdään inventointimalli. Uudiskohteessa mallinnetaan tontti ja korjausrakentamiskohteessa tontin lisäksi mallinnetaan olemassa oleva rakennuskanta. Minimivaatimus on kolmiulotteinen pintamalli, josta tulee käydä ilmi rakennuspaikan ympäristö. (RT 10-11068, 7, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.)

Suunnittelu etenee arkkitehdin tekemällä tilamallilla, joka käsittää tilat ja niitä rajaavat seinät (kuva 6). Siinä mallinnetaan rakennuksen tilat sekä otetaan kantaa massoitteeluun, ulkonäköön ja vaihtoehtoihin tilaratkaisuihin. Tässä vaiheessa tilaaja vertailee eri vaihtoehtoja ja valitsee niistä parhaan yhdessä tilan käyttäjän kanssa. Tiloihin liitettävät tiedot ja niiden johdonmukainen käyttäminen ovat tärkeää, koska niitä tarvitaan rakennushankkeen aikana moneen eri tarkoitukseen mm. kustannuslaskentaan, energia-analyysihin, pinta-alojen ja tilavuuksien selvittämiseen. Tiloihin ja tilaryhmiin voidaan tallentaa seuraavia tietoja:

- Tilan tunniste
- Tilan nimi
- Tilan sijainti
- Tilan käyttötarkoitus
- Käyttäjä
- Huoneala
- Huoneistoala

Kun tilamalli siirretään IFC-muotoon tilan tunniste ja käyttötarkoitus ovat tietosisällön minimivaatimuksena. Tässä tapauksessa pinta-alat ja tilavuudet voidaan laskea geometriasta. Kun tila on tunnistettavissa tunnisteiden avulla, voidaan muita tietoja siirtää tietokantamuodossa. Hyvin laaditusta tilamallista on paljon hyötyä rakennusliikkeelle. Tilatunnisteiden avulla voidaan linkittää kalusteita ja varusteita niiden oikeille paikoille rakennustyömaalla. Pinta-aliatiedot ovat helposti saatavissa määrä- ja kustannuslaskentaa varten tilamallista. (RT 10-11068, 7 - 8, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.)



KUVA 6. Esimerkki IFC-muotoon siirretystä tilamallista (Muokattu lähteestä Rakennusliike U.Lipsanen Oy 2016).

Arkkitehti laatii tilaohjelman pohjalta alustavan rakennusosamallin (As-Required). Rakennusosamalliin kuuluu seinien, laattojen, portaiden, ikkunoiden ja ovien mallintaminen. Mallintamisen tässä vaiheessa tarkkuustaso on YTV:n määrittelemä taso 1. Joissakin projekteissa voidaan kuitenkin sopia käytettäväksi tietyissä rakennetyypeissä mallintamistasoa 2. Rakennuslupaan tarvittavat piirustukset tuotetaan rakennusosamallista. Rakennuslupaan tarvittavien piirustusten tarkkuustaso on oltava viranomaisten määrittelemä taso. Alustavassa rakennusosamallissa ei tarvitse esittää pintamateriaaleja eikä ikkunoissa ja ovissa tarvitse olla heloitustunnuksia ja tyyppitietoja. Rakennusosien tyyppimääritelmät tehdään tässä vaiheessa rakennusosien tunnistamista varten. (RT 10-11068, 10, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.)

Tässä vaiheessa tehdään yhdistelmämalli arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikatietomalleista ja tutkitaan niiden yhteensopivuus. Törmäystarkastelun ansiosta mahdolliset suunnitteluvirheet havaitaan

jo suunnitteluvaiheessa. Jos normaalissa urakkamuodossa kohteelle on jo määritelty urakoitsija suunnitteluvaiheessa, rakennusliike voi olla mukana konsultoimalla, ohjaamalla suunnittelua ja vertailemalla eri suunnitteluratkaisujen toteutettavuutta.

## 4.2 Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa arkkitehti päivittää alustavan rakennusosamallin rakentamisen edellyttämäksi suunnitelmaksi eli rakennusosamalliksi (As-Designed). Rakennusosamallin tarkkuustaso on YTV:n määrittelemä tarkkuustaso 1 tai taso 2. Myös taso 3 on mahdollista, kun kohteelle on valittu urakoitsija. Rakenneosat mallinnetaan rakennusselostuksen tyyppitietojen mukaan. Arkkitehtisuunnittelija tuottaa tietomallista pääpiirustukset, työpiirustukset, pohjat, leikkaukset, julkisivut ja detaljikuvat. Rakennusosamallista tuotetaan myös rakennusosien määräluettelot ja tilaluettelot. (RT 10-11068, 10-12, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.)

Rakennusosamallia käytetään usein havainnollistamiseen, koska siitä saadaan tarkempia suunnitelmia tukevia havainnekuvia kuin alustavasta rakennusosamallista. Tarjouspyynnöissä ja suunnittelusopimuksissa on sovittu siitä kuinka paljon ja millä tarkkuustasolla havainnollistetaan kohdetta. Yhdistelmämallin tuottaminen auttaa havainnollistamaan suunnitelmia ja helpottaa niiden yhteensopivuuden tarkastamista. (RT 10-11066, 9, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 1. Yleinen osuus.)

Toteutusvaiheessa tietomalli voidaan päivittää myös rakennusosamallista tuoteosamalliksi (As-Planned). Tuoteosamallissa rakennusosat vastaavat todellisia tuotetoimittajan rakenteita. Kaikkiin rakennusosiin, kalusteisiin, varusteisiin ja laitteisiin on lisätty toimittajakohtaiset tiedot ja tuoteosat on esitetty todellisten rakenteiden mukaan. Tuoteosamallin tietosisältö kattaa suunnittelun ja toteutuksen tiedot.

Toteutusvaiheessa voidaan hyödyntää kaikkia suunnittelunaikana laadittuja tietomalleja. Tietomallin tarkkuus antaa mahdollisuuksia monipuolisempaan tietomallin hyödyntämiseen. Tarkka geometria ja oikeat attribuuttitiedot mallissa ovat tärkeitä toteutusvaiheen tietomallissa. Tietomallin hyödyntäminen konkretisoituu työn ohjauksessa ja aikataulujen hallinnassa. Tietomallista on tullut työmaalla hankkeen kaikkien osapuolten käyttämä työväline. Sitä hyödyntävät niin työnjohto, aliurakoitsijat kuin rakennusmiehet. (Niemi, Harri, 33) Työmaalla tietomalleja tarkastellaan erillisillä mallinkatseluohjelmilla esimerkiksi Solibri tai Tekla BIMSight ohjelmistoilla. Tietomalleja voi tarkastella kolmiulotteisesti ja näin havainnollistaa suunnitelmia. Rakenteista voidaan tulostaa näkymiä tai tarkastella niitä tietokoneen tai mobiililaitteen näytöltä. (RT 10-11068, 12, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.)

Työmaalla mallista saadaan tuotettua määräluetteloita. Niitä voidaan hyödyntää mm. kustannus- ja tarjouslaskentaan, aikataulunlaadintaan, aliurakoiden ja rakennustarvikkeiden hankintaan ja työn suunnitteluun ja – seurantaan. (Niemi, Harri, 33)

On sovittava ennalta mihin käyttötarkoituksiin tietomallia hyödynnetään työmaalla. Sen perusteella määritellään tietomallin tarkkuustasot ja tietosisältö. Toteutusvaiheessa suunnitelmiin tulevat muutokset on päivitettävä, koska mallia käytetään työmaalla. Opinnäytetyössä käsitellään aihetta laajemmin kappaleessa tietomallin hyödyntäminen rakennusliikkeen näkökulmasta.



KUVA 7. Esimerkki rakennusosamallista (Muokattu lähteestä Rakennusliike U.Lipsanen Oy 2016).

#### 4.3 Vastaanotto ja ylläpito

Vastaanottovaiheessa rakennusosamalli päivitetään lopullisen toteutuneen rakennuksen mukaisesti. Sitä kutsutaan toteumamalliksi (as-built). Toteumamallin tarkkuustaso on sama kuin rakennusosamallissa. Sitä hyödynnetään myöhemmin rakennuksen tilahallinnon, kiinteistön ylläpidon ja mahdollisten rakennuksen muutostöiden pohjana. Rakennuksen toimivuutta, tarvittavia säätöjä, mahdollisesti korjattavia puutteita seurataan takuuaikana. Rakennusosamalli voidaan päivittää myös ylläpitomalliksi. Siinä esitetään vain ylläpidon kannalta oleellista tietoa. Se on kiinteistön huoltokirja ja toimii kiinteistöhuollon hallintatyökaluna. Ylläpitomallista selviää mm. tilojen käyttötarkoitus, energialuokka tavoite, opasteet ja huoltokartat. (RT 10-11068, 13, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.)

Taulukko 1. (Muokattu lähteestä RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke, 8 - 13)

<b>Rakennushankkeen normaalit suunnittelun vaiheet</b>	<b>Tietomallipohjaisen suunnittelun vaiheet</b>
Tarveselvitys	Vaatusmalli/Tilaohjelma
Hankkeen valmistelu	Tietomallintamisen määrittely
Ehdotussuunnittelu	Tilamalli
Yleissuunnittelu	Alustava rakennusosamalli (As-Required)
Toteutussuunnittelu	Rakennusosamalli (As-Designed)
Rakentamisen valmistelu	Tuoteosamalli (As-Planned)
Rakentaminen	Toteumamalli (As-Built)
Vastaanotto ja käyttöönotto	Ylläpitomalli (As-Maintained)

## 5 TIETOMALLIN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUSLIIKKEEN NÄKÖKULMASTA

Seuraavassa kappaleessa käydään läpi Rakennusliike U. Lipsanen Oy:n tietomallien hyödyntämistä rakennushankkeessa. Rakennusliike pystyy hyödyntämään tietomalleja jokaisessa rakennushankkeen vaiheessa. Laadukkaat ja oikeintehty tietomallit ovat edellytyksenä tietomallien hyödyntämiselle. Laadukkaiden tietomallien saamiseksi rakennusliike on laatinut omat tietomalliohjeet ja opinäytetyön tavoitteena on laatia suunnittelualakohtainen ohje arkkitehtisuunnitteluun.

Rakennusliikkeen oma tietomalliohje koostuu johdannosta, yleisistä ohjeista sekä suunnittelukohtaisista ohjeista ja vaatimuksista. Tietomalliohjeen yleinen osuus toimii ohjeistuksena ja vaatimusdokumenttina suunniteltavan kohteen laatimisessa ja laadunvarmistuksessa. Rakennusliikkeen yleinen ohje on hankekohtaisen tietomallisuunnitelman ja hyödyntämisdokumenttien rinnalla tarkentavana ohjeena. Ohjeen tarkoitus on, että rakennusliike pystyy hyödyntämään tehokkaasti tietomalleja omassa toiminnassaan ja varmistamaan rakentamisen laadun. Tietomalliprojekteissa noudatetaan yleisiä tietomallivaatimuksia ja rakennusliikkeen tekemää tietomalliohjetta. (Rakennusliike U. Lipsanen Oy Tietomallinnusohje.)

### 5.1 Havainnollistaminen ja visualisointi

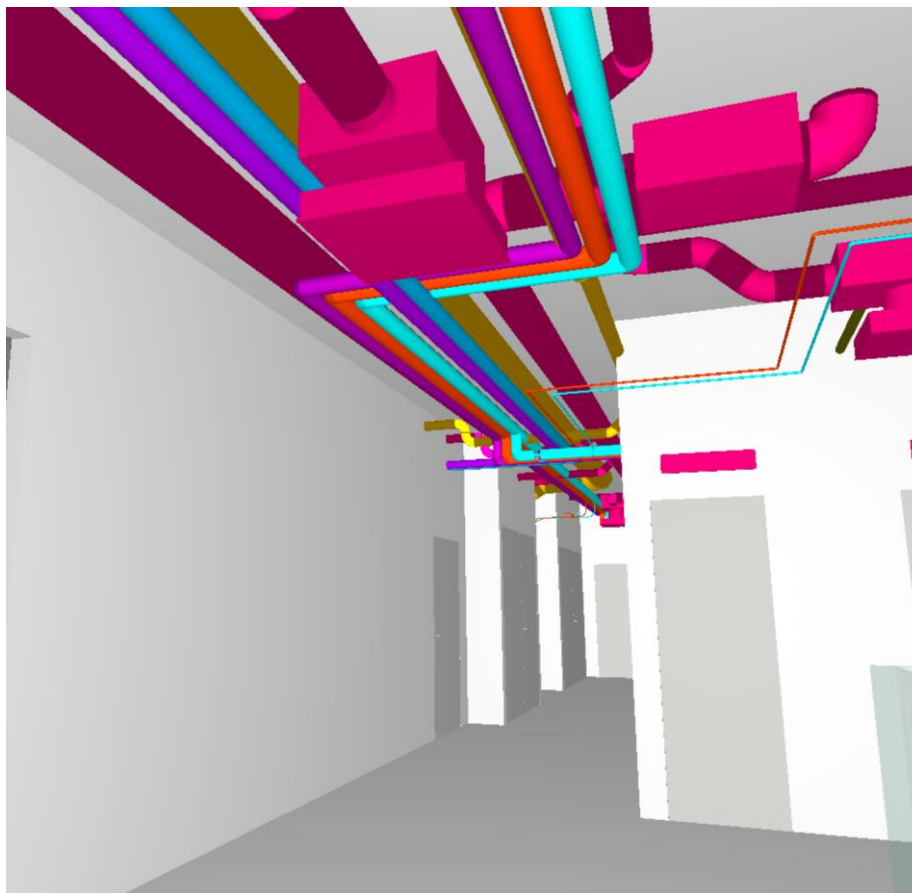
Havainnollistaminen on yksi suurimmista hyödyntämistavoista rakennushankkeessa. Tietomallin avulla kohdetta voidaan tarkastella kolmiulotteisesti. Havainnollistamista hyödynnetään kohteen suunnittelu- ja toteutusvaiheessa. Sillä lisätään myös vuorovaikutusta ja tuetaan kohteen markkinointia (RT 10-11078, 4, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 13. Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa.)

Suunnitteluvaiheessa havainnollistamista hyödynnetään vertailemalla ja analysoimalla eri suunnitteluratkaisuja. Kohteesta voidaan tehdä visualisointikuvia, jotka kuvaavat todenmukaisesti kohdetta. Suunnittelun tukena Rakennusliike U. Lipsanen Oy hyödyntää lisättyä todellisuutta (eng. augmented reality). Lisätty todellisuus antaa mahdollisuuden tarkastella rakennuksen eri tilaratkaisuja jo suunnittelun alkuvaiheessa. Huoneistoissa voi kävellä peliteknologian kehittämien menetelmien avulla virtuaalisesti ja vaikutelma rakennuksen tiloista on todenmukainen. Rakennusliikkeellä on käytössä Oculus Rift virtuaalitodellisuuslasit.

Toteutusvaiheessa rakennusliike käyttää työmaalla havainnekuvia mm. materiaalityyppien havainnollistamiseen värikoodien avulla ja asennustyön ohjaukseen 3D-kuvilla ja -leikkauksilla. Tietomalli mahdollistaa hankaliin ja vaikeisiin suunnitteluratkaisuihin tutustumisen etukäteen. Työn suorittajalle muodostuu käsitys rakenteesta ja sen toteutuksesta. Se mahdollistaa sujuvamman työskentelyn rakennuskohteessa. Tietomallin visuaalisuus helpottaa rakentamisen toteutuksen valvontaa. Työmaalle voidaan järjestää yleisesti käytössä olevia tietokoneita tai näyttöjä, johon jokaisella työntekijällä on käyttöoikeus. Näytöltä voi tarkastella yhdistelmämallia kolmiulotteisesti tietomallin tarkasteluohjelmilla, esim. IV-asentaja voi mallista tarkastella omaa työkohdettaan ja tarvittaessa

tulostaa mallista havainnekuvia työkohteeseen. Toteutettuja ja valmistuneita rakenteita voidaan vertailla tietomallin vastaaviin suunnitelmiin (Penttilä Nissinen & Niemioja 2006a, 15).

Rakennusliikkeellä on mahdollisuus tehdä simulointia tietomallin avulla. Se mahdollistaa paremman havainnollistamisen rakennuskohteesta. Rakentamisessa simuloinnilla tarkoitetaan tietomallin avulla jäljiteltävää todellisuutta. Se on hyvä apuväline tutkiessa eri suunnittelu- ja toteutusvaihtoehtoja. Simuloinnin avulla pystytään havainnollistamaan mm. rakennusprosessin eteneminen ennen rakentamista ja rakennuksen käyttöä sen toiminnassa.



KUVA 8. Havainnekuva talotekniikan sijainnista arkkitehtimallissa (Muokattu lähteestä Rakennusliike U.Lipsanen Oy 2016).

## 5.2 Määrä- ja kustannuslaskenta

Kun tietomallia käytetään määrälaskentaan, rakennusliikkeen näkökulmasta on tärkeää, että tietomalli on tehty oikein ja virheettömästi. (RT 10-11072, 2, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 7. Määrälaskenta.) On tärkeää, että tietomallissa olevat tilat, rakennus- ja tekniikkaosat voidaan tunnistaa yksilöidysti. Yleisin tunnistetieto rakennusosissa on rakennetyyppi ja rakennusosatunnus. Luettelomaisten määrätietojen saaminen tietomallista on keskeisimpiä hyötyjä rakennusliikkeelle. Niitä käytetään apuna omassa tuotannon suunnittelussa ja niistä saadaan kustannustietoja. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 15). Rakennusosien määrälaskenta tehdään rakennusosien mittatiedoista. Esimerkiksi pituusmitoista, pinta-aloista, tilavuudesta ja painoista. Kun määrälaskenta tehdään

IFC-tiedonsiirtomuodossa, on huolehdittava, että kaikki tarvittava tieto siirtyy määrälaskentaohjelmaan. (RT 10-11072, 2 - 3, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 7. Määrälaskenta.)

Tietomallipohjaisessa määrälaskennassa rutiinityö vähenee, mutta ammattitaidon vaatimus kasvaa. Tietomallista saadaan jo varhaisessa vaiheessa tuoteosa- ja määrätietoa määrälaskennan avuksi. (Penttilä, Nissinen & Niemioja 2006a, 15.) Kaikkia määrätietoja ei kuitenkaan pystytä laskemaan suoraan tietomallista. Määrälaskijan ammattitaito ja asiantuntemus korostuvat tietomallipohjaisessa määrälaskennassa. Määrälaskijan ammattitaito korostuu etenkin lähtötietojen arvioinnissa ja laskennan kattavuuden varmistamisessa. Lisäksi määrälaskijan tehtävä on vaihtoehtojen esittäminen ja tulosten jäsentäminen. (RT 10-11072, 2, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 7. Määrälaskenta.)

Tietomallipohjaisen määrälaskentaprosessin ensimmäinen vaihe on kohteeseen tutustuminen. Sen avulla on helppo hahmottaa kohteen laajuus ja sen ominaispiirteet. Sen jälkeen käydään läpi rakennusluettelo ja keskustellaan suunnittelijoiden kanssa. Seuraavaksi kootaan kohteesta lähdeaineistoa. Tässä vaiheessa on selvitettävä mm. minkä suunnittelualan tietomalleista määrät lasketaan, millä tarkkuudella mallit on tehty ja käytetäänkö laskennassa koko mallia vai ainoastaan tiettyä osaa mallista. Tämän jälkeen voidaan aloittaa määrälaskenta.

Mallipohjainen laskenta voidaan suorittaa joko tietomallin suunnitteluohjelmilla tai erillisillä määrälaskentaan soveltuvilla tietokoneohjelmistoilla. Rakennusliike U. Lipsanen Oy käyttää tietomallipohjaisessa määrälaskennassa Tocomanin (TCM) EasyBIM ohjelmistoa. TCM EasyBIM ohjelmistoon tietomalli siirretään IFC-muodossa. Ohjelmiston avulla tietomallin objektit ryhmitellään ja niistä tehdään määräluettelot. Kun määrälaskenta on suoritettu, se analysoidaan tarkkuuden ja luotettavuuden varmistamiseksi. Tässä vaiheessa varmistetaan, että kaikki projektiin kuuluvat nimikkeet on laskettu. Jos mallissa ei ole määrälaskentaan tarvittavaa tietoa se voidaan johtaa mallin muista rakennusosista tai määräasiantuntija mallintaa tarvittavan tiedon laskentavaiheessa. Rakennuskohteen määrälaskennan tuloksia voidaan vertailla esimerkiksi muihin yrityksen referenssikohteisiin. Määräluetteloja hyödynnetään mm. kustannuslaskennassa ja alihankintatarjouspyyntöjen aineistona. (RT 10-11072, 5 - 6, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 7. Määrälaskenta.)

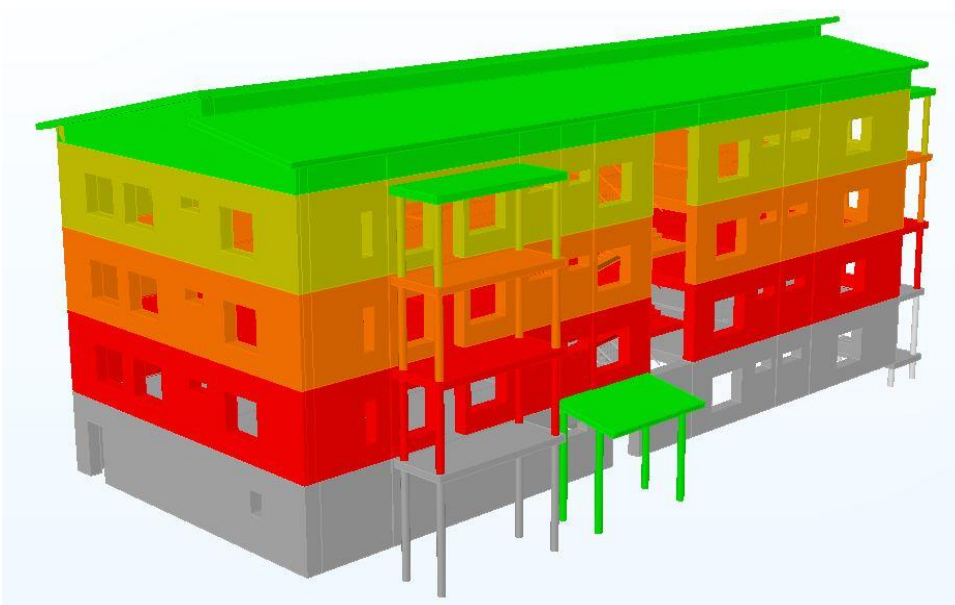
Tietomallipohjaisessa määrälaskennassa esiintyy usein myös ongelmakohtia. Laskennan kannalta tärkeää on erottaa luotettavat ja epäluotettavat kohdat. Havaitut ongelmatapaukset on selvitettävä, koska muuten laskenta antaa virheellisen lopputuloksen. Yleisimpiä havaittuja ongelmia ovat saman rakennusosan laskenta usean suunnittelualan mallista ja hankalat geometriset muodot, joita laskentaohjelma ei tunnista. (RT 10-11072, 5 - 6, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 7. Määrälaskenta.)

Kustannuslaskennassa Rakennusliike U. Lipsanen Oy käyttää TCM kustannuslaskentaohjelmaa. EasyBIM määrälaskentaohjelmasta määrät siirretään laskentaohjelmaan ja laskentaohjelmasta saadaan kustannusarvio rakennushankkeesta. Tietomallipohjaisessa kustannuslaskennassa kustannustiedot päivittyvät reaaliajassa, jos malliin tehdään muutoksia.



### 5.3 Aikataulut

Tietomallissa voidaan esittää myös rakentamisaikataulua. Siihen kirjataan projektin kannalta kriittiset asennusajankohdat. Sitä voidaan havainnollistaa mallinnettujen rakennusosien osalta esimerkiksi värikoodein (kuva 9). Aikataulua voidaan jaotella tarkkuustasosta riippuen päivinä, viikkoina tai kuukausina eri väreillä projektin etenemisen mukaan. Tietomalliin liitettyä aikataulua kutsutaan 4D-suunnitteluksi. Sen tarkoitus on täydentää tilaajan saamaa rakentamisaikataulua ja ohjata projektin etenemistä suunnitelman mukaisesti. Aikataulu jaetaan kaikkien projektiin osallistuvien käyttöön. Se mahdollistaa työmaakokouksissa havainnollisemman esitystavan kuin perinteinen aikataulu. (RT 10-11078, 4 - 6, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 13. Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa.)



KUVA 9. Elementtiasennusaikataulu tietomallissa. Punainen viikko 7, oranssi viikko 9, keltainen viikko 11 ja vihreä viikko 13 (Rakennusliike U.Lipsanen Oy).

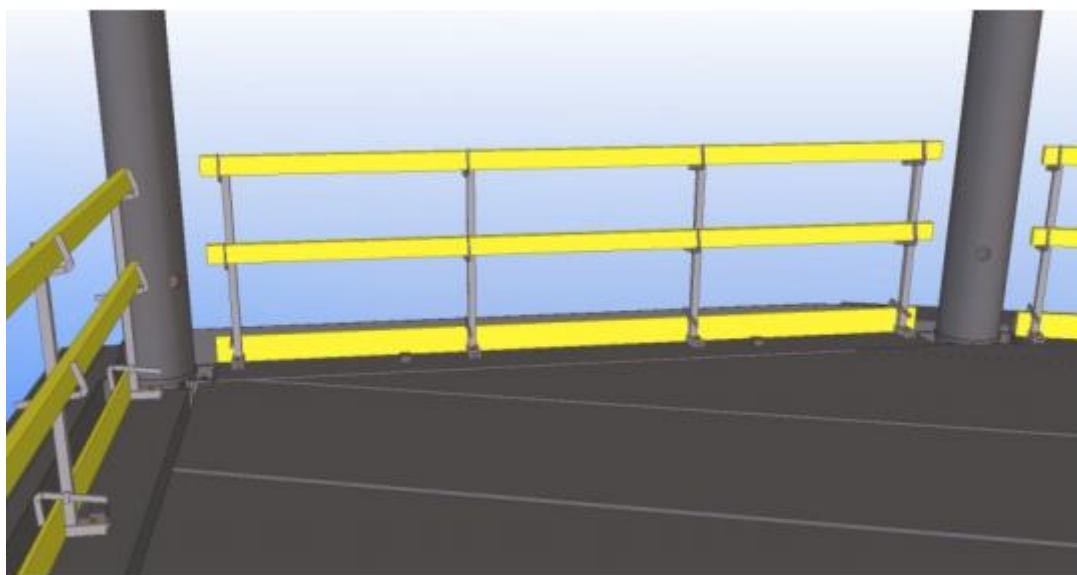
### 5.4 Aluesuunnitelma ja työturvallisuusratkaisut

Rakennusprojektiin kuuluu urakoitsijan laatima työmaan aluesuunnitelma (kuva 10). Sitä voidaan käyttää tehokkaasti tukemaan tuotannon ja työmaan johtamista. (Penttilä, Nissinen, Niemioja 2006a, 15.) Rakennusliike U.Lipsanen Oy voi laatia 3D-aluesuunnitelman arkkitehdin tai rakennussuunnittelijan tietomallin pohjalta. Vaihtoehtona on laatia työmaan aluesuunnitelma, jossa käytetään referenssinä suunnittelijanmallia. Rakennuskohteen 3D aluesuunnitelmasta käy ilmi työmaa-alue, kohteen rakennukset, väliaikaiset varusteet, rakenteet ja aluevaraukset materiaalien varastoinnille. Siinä voidaan havainnollistaa myös vaara-alueita, kuten nosturin ulottuvuuksia työmaalla ja hälytysajoneuvoille varattuja ajoväyliä. Edellämainittu tieto tulee olla kaikkien projektiin osallistuvien käytettävissä. 3D-aluesuunnitelmamallia päivitetään rakennushankkeen edetessä, näin varmistetaan aluesuunnitelman pysyminen ajan tasalla. (RT 10-11078, 5 - 6, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 13. Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa.)



KUVA 10. 3D-alue suunnitelma TeklaBIM Sight ohjelmassa (Muokattu lähteestä Rakennusliike U.Lipsanen Oy 2016).

Tietomallin avulla voidaan esittää myös rakennusvaiheen työturvallisuusratkaisuja (kuva 11). Työturvallisuuden mallintamisen tarkkuudesta ja laajuudesta sovitaan hankekohtaisesti. 3D-mallin avulla voidaan esittää käytettävät turvakaideratkaisut, aukkosuojat, valjaiden kiinnityspisteet ja turvaverkot. Turvallisuuden suunnittelu on usein yhteydessä aikatauluihin ja siksi turvallisuuksratkaisut olisi hyvä saada osaksi 4D-aikataulu suunnitelmaa. Työturvallisuusratkaisujen esittäminen tietomallissa on havainnollinen tapa perehdyttää työturvallisuuden vastuuhenkilöt työmaalla. 3D esitystapa helpottaa merkittävästi tiedon välittämisessä ja ymmärtämisessä. (RT 10-11078, 6 - 7, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 13. Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa.)



KUVA 11. Turvakaideratkaisujen esittäminen tietomallissa (RT 10-11078, 7, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 13. Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa).

## 5.5 Tiedonsiirto ja kommunikointi

Tietomallin avulla tapahtuva tiedonsiirto ja kommunikointi ovat yleisesti käytössä rakennushankkeen aikana. Se mahdollistaa helpon ja nopean tavan viestiä hankkeeseen osallistuville osapuolille mahdolliset virheet tai puutteet (kuva 12). Kommunikoimalla tietomallin avulla, voidaan tekstiin liittää havainnekuvia ja piirustuksia, jotka helpottavat ongelman ratkaisemista. Kommunikoidessa lähetettäviin kuviin voidaan tehdä lisäksi omia merkintöjä havaittujen ongelmien paikantamiseksi. Tietomallin avulla tapahtuva kommunikointi on havainnollisempaa kuin normaalit kommunikaatiotavat, kuten puhelinkeskustelut.



KUVA 12. Esimerkki tietomallin avulla tapahtuvasta kommunikoinnista (Kuokkanen 2016).

## 6 TIETOMALLIOHJEEN LAADINTA

Opinnäytetyön taustojen selvittäminen alkoi tutustumalla tietomallintamiseen ja yleisiin tietomallivaatimuksiin. Rakennusliike U. Lipsanen luovutti valmiita arkkitehdin tekemiä tietomalleja tutkittavaksi. Seuraavaksi verrattiin arkkitehtimalleja ja niiden eroja yleisiin tietomallivaatimuksiin. Arkkitehtimallit olivat ohjelmistojen omissa natiivimallimuodoissa ArchiCad ja Revit ohjelmissa. Lisäksi käytössä oli yhdistelmämalleja IFC-muodossa, joita tutkittiin Solibri Model Viewer ja Tocoman EasyBim ohjelmilla.

Rakennusliikkeen arkkitehtitietomalliohjeen laatiminen aloitettiin suunnittelemalla ohjeen runkoa ja otsikkorakennetta. Rakennusliikkeellä on jo yleinen ohje tietomallintamiseen ja tehtävänä oli tehdä suunnittelualakohtainen ohje arkkitehtisuunnitteluun. Arkkitehtisuunnittelu ohje pohjautuu yleisiin tietomallivaatimuksiin (YTV2012).

Tehtävänä oli laatia selkeä ja helposti tulkittava ohje. Ohjeen lähtökohtana olivat rakennusliikkeen kokemukset käytössä olevista tietomalleista. Erilaisista toimintatavoista johtuen mm. rakennusliikkeelle luovutettujen tietomallien nimeämiskäytäntö ei ole ollut yhdenmukaista. Tavoitteena oli laatia ohje, joka yhdenmukaistaa rakennusliikkeen käyttöön tulevia tietomalleja. Yrityksellä on jo yleiset ohjeet tietomallintamiseen, jossa on käsitelty vastuuhenkilöt, käytettävät ohjelmistot, sijainti, koordinaatisto, julkaisu, kokouskäytännöt ja laadunvarmistus. Arkkitehtisuunnitteluohjeessa keskitytään asiakokonaisuuksiin, joita ei ole mainittu yleisissä ohjeissa ja jotka vaativat kehittämistä aikaisemmista tietomalleista saatujen kokemusten perusteella. Koska ohje on suunniteltu arkkitehtitoimistoille, siinä ei käydä läpi mallintamisen toimintatapoja tai käytäntöjä. Ohje pohjautuu yleisiin tietomallivaatimuksiin. Arkkitehtisuunnitteluohjeessa käydään läpi arkkitehtisuunnittelun yleiset ohjeet, kuvatasojen nimeäminen, rakennetyyppien nimeäminen, rakennusosien nimeäminen, tilojen tunniste- ja nimeämiskäytäntö, muutosten hallinta, korjausrakentaminen sekä toteutusvaiheen arkkitehtitietomallin tietosisältö. Opinnäytetyön lopussa on liitteenä Rakennusliike U.Lipsanen Oy:n tietomalliohje arkkitehtisuunnitteluun.

### 6.1 Yleiset ohjeet

Arkkitehtisuunnittelun yleisissä ohjeissa kerrotaan tietomallin käyttötarkoitus ja miksi ohje on tehty. Lisäksi on yleisiä ohjeita tietomallille, jotka on saatu YTV:stä ja asiantuntijahaastatteluista. Yleisissä ohjeissa on listattuna asiakokonaisuuksia tietomallintamisesta arkkitehtisuunnittelussa. Asiakokonaisuudet on käsitelty tarkemmin ohjeen seuraavissa kappaleissa. Koska rakennusliikkeellä on jo yleinen ohje tietomallintamiseen, opinnäytetyön arkkitehtisuunnittelu osuudessa haasteena oli löytää asiakokonaisuuksia, joita ei ole jo dokumentoitu yleisessä osuudessa.

Arkkitehdin tietomallin tavoitteena on, että rakennusliike saa tarvittavan tiedon tietomallista ja pystyy hyödyntämään malleja mahdollisimman tehokkaasti omassa toiminnassa. Arkkitehtitietomallin käyttötarkoitus on havainnollistaminen, työohjaus, määrälaskenta ja hankinnat tietomallin avulla. Tietomallia hyödynnetään mm. määräluetteloiden tuottamiseen tietomallista sekä työmaalla suunnit-

telmien tarkastamiseen ja havainnollistamiseen. Tietomallia tarkastellaan työmailla mm. Solibri ja Tekla BimSight ohjelmilla. Tietomallista saadaan mitta ja määrätiedot sekä rakennusosiin, kalusteisiin, varusteisiin ja laitteisiin liitetty tieto. Tavoitteena on saada mahdollisimman laadukasta ja luotettavaa tietoa. Yleisiä ohjeita tietomallille:

- Kuvatasot ja rakennetyypit tulee nimetä johdonmukaisesti. Niiden perusteella suunnitelmatietoja jäsenellään ja eritellään eri tarkoituksissa esim. määrälaskennassa rakennetyyppien ryhmittely.
- Kuvatasot ja rakennetyypit on nimettävä niin, että elementit ovat helposti tunnistettavissa ja ilmenevät mallista.
- Rakennetyyppien tiedot eivät saa olla puutteellisia.
- Rakennusosien tunnisteena tulee olla elementtiä kuvaava nimi tai tarkentava tieto.
- Tilojen tunniste ja nimeämiskäytäntö tulee olla selkeä ja johdonmukainen.
- Projektissa tehtävät muutokset on aina dokumentoitava tietomalliselosteeseen.
- Korjausrakentamisessa kohteen purettavat ja pysyvät rakenteet on eroteltava toisistaan.
- Jos rakennushankkeessa luovutetaan natiivimalli, on huolehdittava siitä, että myös käytössä olevat ulkoiset kirjastot ovat saatavilla.
- Ei saa olla päällekkäisiä kuvatasoja eikä objekteja.
- Hankekohtainen käyttötarkoitus tietomallille määrittelee sen tietosisällön laajuuden.

## 6.2 Nimeämiskäytännöt

Seuraavaksi ohjeessa käsitellään kuvatasojen- ja rakennetyyppien nimeäminen. Jos tietomallissa käytetään kuvatasoja, ne tulee nimetä kuvaavasti ja johdonmukaisesti. Kuvatasoja käytetään tiedon jäsentelyyn ja lajitteluun esim. määrälaskennassa. Ohjeessa suositellaan käyttämään Talon 2000-hankenimikkeistön mukaisia kuvatasoja, mutta mitään tiettyä nimikkeistöä ei pakoteta käyttämään. Kuvatasojen käytöstä sovitaan aina hankekohtaisesti. Tietomallissa tekstit, mitat, kalusteet, rakennetyypit, tilat ym. on esitettävä aina omilla kuvatasoillaan. Oleellista on noudattaa kuvatasoissa sovitua nimeämistapaa ja on huolehdittava, että rakennusosat ovat oikeilla kuvatasoilla. (TM.AC ArchiCad tuotemallintamisohe, 4.) ArchiCad ohjelmassa kuvatasoista voidaan antaa tarkentavaa tietoa lisäke kentässä. Myös lisäke kentän avulla voidaan kuvatasoja lajitella. Jos tietomallissa ei käytetä kuvatasoja, merkitään nimikkeistön mukainen tunnus rakennetyypin parametritietoihin. Esimerkiksi Revit ohjelmassa nimikkeistön mukainen tunnus merkitään *keynote* kenttään.

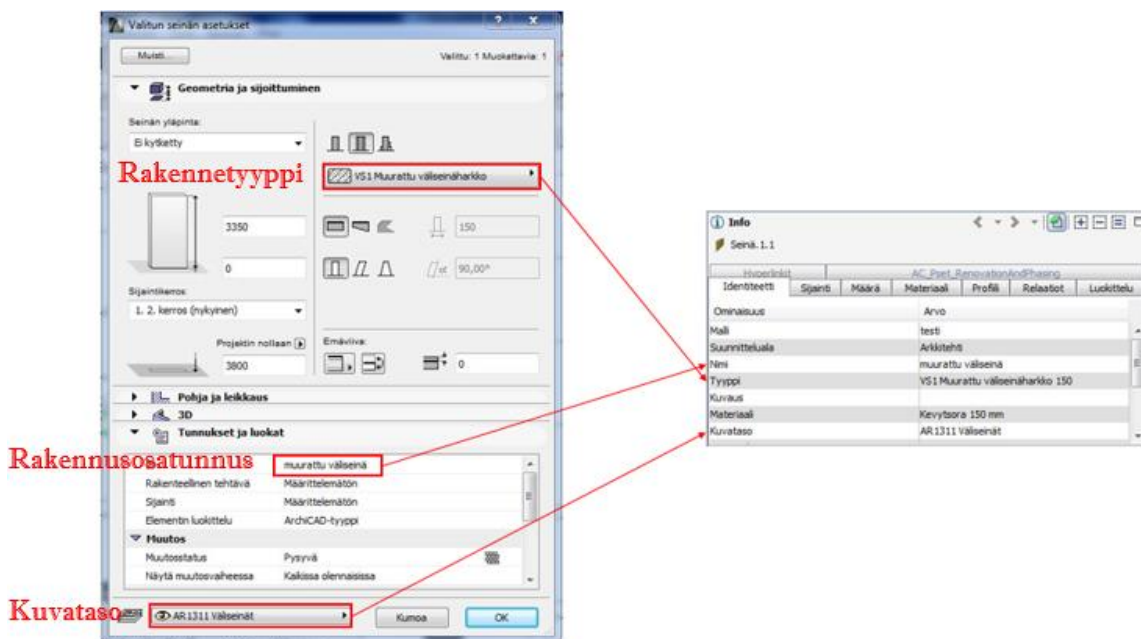
Kuvatasojen käytöstä ja nimeämisestä olisi hyvä sopia aina hankekohtaisesti. Jos suurissa hankkeissa käytetään paljon kuvatasoja, niiden määrittelyminen voi mennä sekavaksi. Lisäksi jos tietomalliin tuodaan piirustuksia AutoCad ohjelmasta, ne menevät omille kuvatasoille, joka lisää niiden määrää. Selkeä ja yksinkertainen nimeämiskäytäntö ja käyttötapa ovat tärkeitä. Hankkeen alussa on siis sovitettava tarkasti kuvatasojen käytöstä, jotta suunnittelun edetessä ei ilmene ongelmia. Kun tietomalli siirretään IFC-muotoon, asia ei kuitenkaan muodostu ongelmaksi. IFC-mallista rajataan kaikki epäolennainen tieto pois.

Rakennetyyppien nimeäminen tehdään rakennesuunnittelijan laatimien rakennetyyppien mukaan. Tietomallissa rakennetyypit pitää olla nimettyinä. Jos rakennetyyppejä ei ole saatavilla suunnittelun alkuvaiheessa, nimeämisessä käytetään oletettua materiaalia. Esim. betonirunkoinen ulkoseinä nimitään, US1\_betonirunko ja muurattu väliseinä, nimitään VS1\_muurattu väliseinäharkko. Rakennetyyppejä käytetään suunnitelmatietojen jäsentelyyn, erittelyyn ja esittämiseen eri tarkoituksissa esim. määrälaskennassa rakennetyyppien ryhmittely. Tärkeää rakennetyyppien nimeämisessä on, että rakennetyypin tunnus kulkee rakenteen mukana ja säilyy tunnistettavana tiedonsiirrossa. Rakennetyyppien rakennekerrokset on määriteltävä niin, että ne ovat tunnistettavissa mallista.

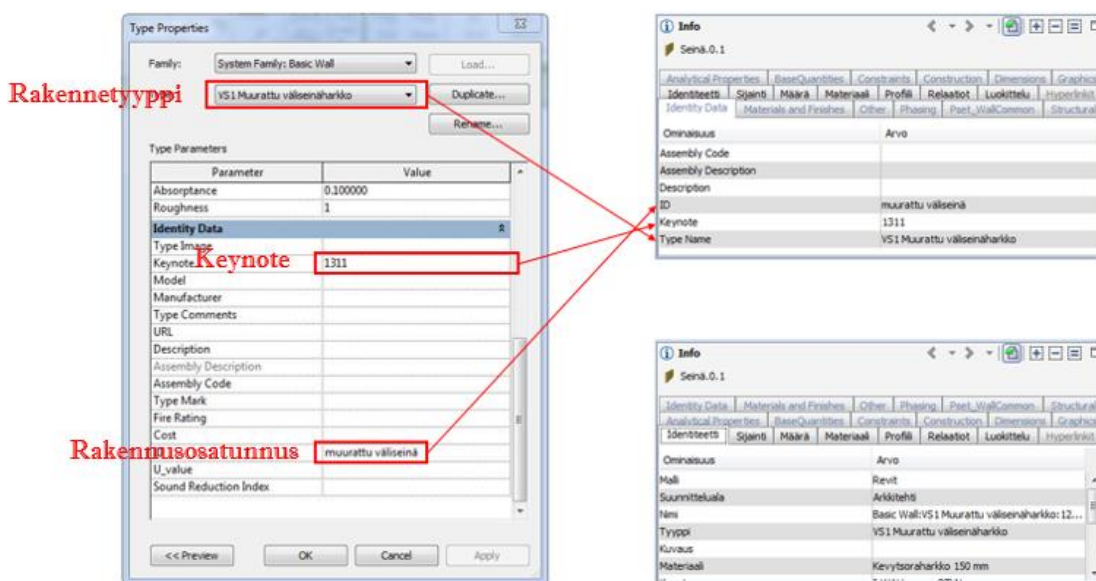
Seuraavaksi käsitellään rakennusosien ja tilojen nimeämiskäytäntö. Rakennusosilla on muokattavissa oleva yksilöllinen tunniste. Tunniste merkitään ohjelmasta riippuen tyyppi, nimi tai ID kenttään. Tunniste kuvaa rakennusosaa ja se voi olla sama usealla elementillä esim. jos tunnuksella kuvataan vain ikkunan tyyppiä. (TM.AC ArchiCad tuotemallintamisoheje, 3.) Täysin identtisillä elementeillä tulee olla sama tunnus. Tunnisteen tulee olla elementtiä kuvaava nimi tai tarkentava tieto johdonmukaisesti käytettynä koko tietomallissa. Tunnisteen käytöstä on hyvä sopia aina hankekohtaisesti.

Rakennusosan tunnisteena on syytä käyttää eri tunnistetta kuin rakennetyypin nimessä. Esimerkiksi, jos rakennetyypin nimi on US1\_betonirunko, niin tunnistetta US1 ei ole syytä käyttää rakennusosan tunnisteena. Saman tunnisteen käyttämistä kahdessa kentässä ei ole hyötyä tiedon jäsentelyssä ja ryhmittelyssä. Jos sama tieto on kahdessa kentässä se rajoittaa rakennetyyppien ryhmittely ja jäsentely mahdollisuuksia. Jos rakennetyypin muuttuu sen rakennusosatunniste pitää käydä muuttamassa. Rakennusosan tunnisteen päivittäminen ajan tasalle on suunnittelijan vastuulla muutostilanteissa. Tunnisteen käytöstä sovitaan aina hankekohtaisesti.

Huolellisesti tehty tietomalli, jossa rakennetyypit ja rakennusosat ovat nimetty oikein, antaa riittävän tiedon rakennetyyppien jäsentelyyn ja ryhmittelyyn rakennusliikkeen näkökulmasta. Kuvatasojen merkitys korostuu suunnitteluvaiheessa, mutta toteutusvaiheessa rakennusliikkeelle ei kuvatasojen käytöstä ole merkittävää hyötyä.



KUVA 13. ArchiCad ohjelmassa rakennetyypin, rakennusosa tunnisten ja kuvataso tietojen siirtyminen IFC malliin Solibri Model viewer ohjelmassa (Kuokkanen 2016).



KUVA 14. Revit ohjelmassa rakennetyypin, rakennusosa tunnisten ja keynote kentän tietojen siirtyminen IFC malliin Solibri Model viewer ohjelmassa (Kuokkanen 2016).

Tilojen tunnistus- ja nimeämiskäytännöstä ei löydy yksiselitteisiä ohjeita. Tilojen tunnistusten nimeämisessä noudatetaan RT 15–10635 rakennuspiirustukset ohjetta ja sovelletaan sitä hankekohtaisesti. RT 15–10635 kortista löytyvät ohjeet koskevat lähinnä asuinrakentamista. Muissa rakennuskohteissa nimeämiskäytännöstä sovitaan erikseen hankekohtaisesti. Yleensä arkkitehtitoimistot käyttävät omia hyväksi havaittuja toimintatapoja tilojen nimeämisessä. Nimeämiskäytännöissä tärkeintä on johdonmukainen nimeäminen ja tunnistettavuus. Tilojen tunnistus koostuu esimerkiksi kerroksen tunnistuksesta, tilan numerosta, tilan nimestä ja pinta-alasta.

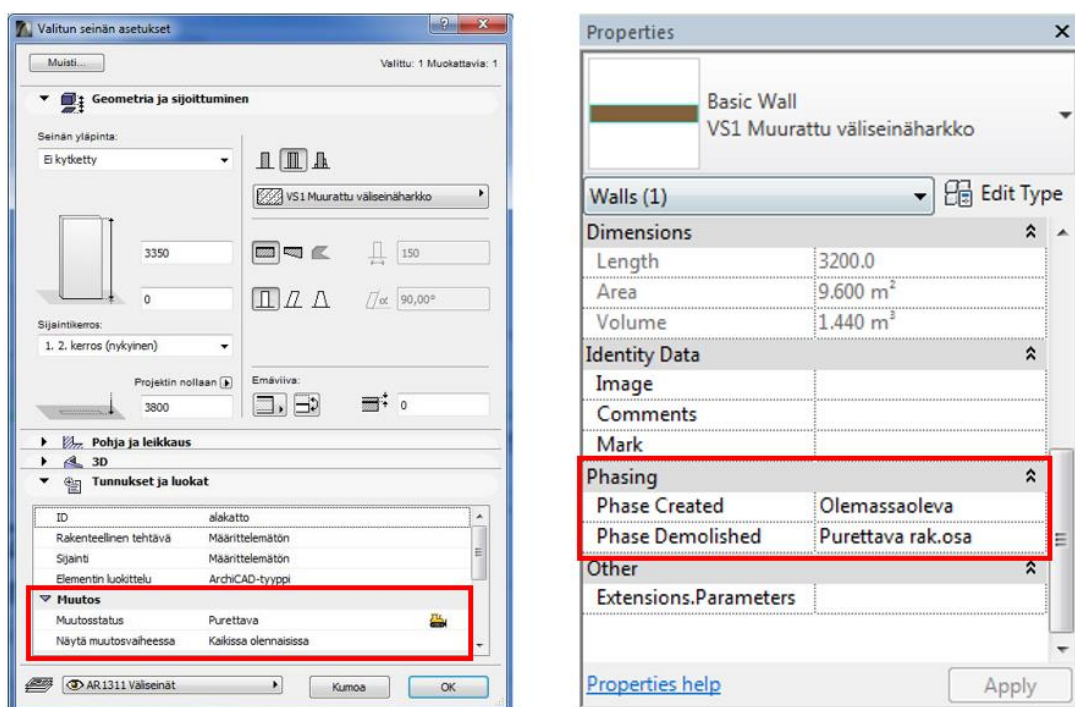


### 6.3 Muutosten hallinta ja korjausrakentaminen

Seuraavat osiot arkkitehdin tietomalliohjeessa ovat muutosten hallinta ja korjausrakentaminen. Kun tietomalleja julkaistaan suunnittelun eri vaiheissa, on ilmoitettava mihin käyttötarkoitukseen mallia saa käyttää ja missä vaiheessa malli on. Jos muutoksia tehdään projektin aikana, ne on aina kirjattava tietomalliselostukseen.

Tiivis yhteistyö tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan välillä on ensiarvoisen tärkeää muutostilanteissa. Muutosten ilmoittaminen ja tiedonvälittäminen projektin eri osapuolille on suunnittelijan vastuulla. Projektin alussa eri osapuolten on syytä sopia, mikä on normaalia suunnittelua ja missä vaiheessa ne käsitellään muutoksina. Kun tietomalli julkaistaan projektipankkiin niin, sen jälkeen tehdyt muutokset kyseiseen malliin kirjataan tietomalliselosteeseen.

Korjausrakentamiskohteissa tietomallista tulee käydä ilmi olemassa olevat rakenteet. Ne on eroteltava pysyviin ja purettaviin rakenteisiin. Erottelu voidaan tehdä kuvatasoilla, rakennetyypin nimeämisellä tai tallentamalla tieto elementin parametritietoihin. Pysyvien ja purettavien rakenteiden erottelutapa sovitaan hankekohtaisesti ja se ilmoitetaan tietomalliselosteessa. Hankekohtaisesti on aina pohdittava, mikä erottelutapa on kyseiseen kohteeseen sopivin. Olemassa olevien ja uusien rakenteiden erottelu on tärkeää määrälaskentavaiheessa.



KUVA 15. Vasemmalla ArchiCad ohjelman ja oikealla Revit ohjelman purettavien ja pysyvien rakenteiden erottelu elementin parametri tiedoilla (Kuokkanen 2016).

Korjausrakentamiskohteessa pohdittiin myös erottelutapaa, jossa uusista ja purettavista rakenteista tehdään omat IFC mallit. Malleista tehdään yhdistelmämalli jolloin työmaalla rakenteiden tarkastelu ja havainnointi helpottuvat. Jos kohteessa on purettavia ja uusia rakenteita päällekkäin, on mahdollista piilottaa toinen seinärakenne tarkastelun ajaksi.



Ohjeen lopussa on taulukko toteutusvaiheen arkkitehtitietomallin tietosisällöstä. Tietomallissa käytetään mallintamisen YTV2012:n määrittelemää tarkkuustasoa 3. Tietosisältö merkitään ohjelmistoissa elementtien parametritietoihin. Jos tiedoilla ei ole omaa kenttää, tietomalliselosteessa on ilmoitettava mihin kenttään tieto on laitettu. Kaikki tieto taulukosta on siirryttävä natiivimallin mukana IFC malliin.

#### 6.4 Mallintaminen ja tietosisältö

Seuraavassa esitetään mallinnuskäytäntöjä ja tietosisältövaatimuksia rakennusliikkeelle luovutettavasta toteutusvaiheen tietomallista. Tilat mallinnetaan ArchiCad ohjelmassa käyttäen vyöhyketyökalua ja Revit ohjelmassa area tai room työkalua. Natiivimallin tietosisällöstö IFC-malliin on siirryttävä nimi, tyyppinumero, vyöhyketyyppi, pinta-ala, pintamateriaalit ja tilaan liittyvät erityisvaatimukset. Tilojen pintamateriaalit merkitään tilojen parametrikenttiin. Tiloista saadaan tarvittavat pintamateriaalien määrätiedot rakennusliikkeen tarpeisiin. Pintamateriaalien mallintaminen rakennusosiin muodostuu haastavaksi etenkin suurissa rakennushankkeissa. Pintamateriaalien vaihtuessa samassa seinässä, on niistä tehtävä oma rakennetyyppi tai seinä on leikattava osiin. Näin malliin tulee paljon muuttuvia elementtejä. Jos tietomallia käytetään havainnollistamistarkoitukseen, pintamateriaalit on syytä mallintaa rakennusosiin.

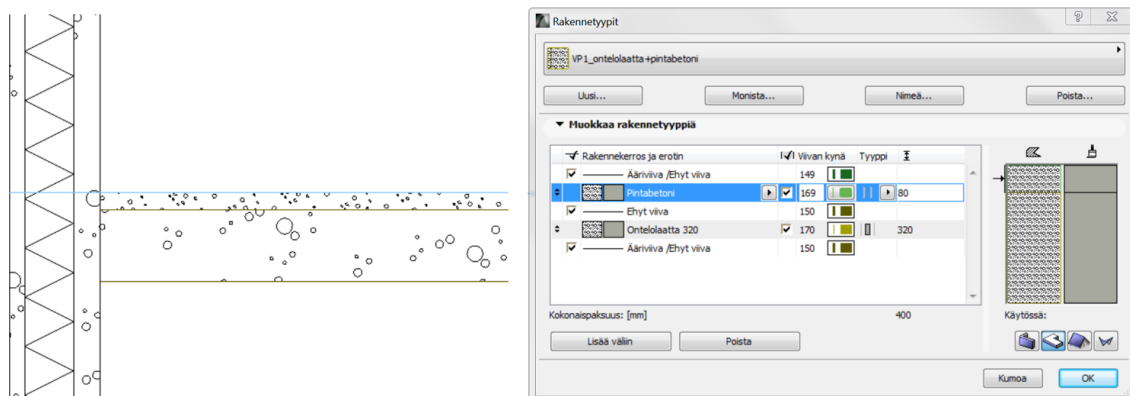
Perustuksista mallinnetaan perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit. Mallintamiseen käytetään seinä- tai laattatyökalua. Tunnistetiedoista on pystyttävä erottelemaan perustukset seinä- ja laattarakenteista. Anturoita ei yleensä mallinneta arkkitehtimalliin, siitä sovitaan aina hankekohtaisesti. Natiivimallista IFC-malliin on siirryttävä rakennetyyppi, rakennusosantunnus, kuvataso/keynote, pituus, leveys, korkeus ja pinta-ala tiedot.

Väestönsuojat mallinnetaan käyttäen seinä-, laatta- ja ovityökalua. Väestönsuojien luukkujen ja varusteiden mallintamisesta sovitaan hankekohtaisesti. Jotta väestönsuoja pystytään erottelemaan muista rakenteista, on rakennetyypistä käytävä ilmi, että rakennusosa kuuluu väestönsuojaan.

Seinä mallinnetaan seinätyökalulla. Ulkoseinät ja väliseinät tulee erottaa selkeästi toisistaan kuvatasoilla, rakennetyypin nimellä ja rakennusosan tunnisteella. Seinät voidaan mallintaa pintamateriaalien havainnointitarkoitukseen. Kosteiden tilojen seinän mallintamistarkkuus määrälaskentaan sovitaan hankekohtaisesti. Suuria lasiseiniä mallinnettaessa on otettava huomioon, että ensin mallinnetaan seinä, johon lisätään lasit ikkunatyökalulla. Kyseinen toimintamalli on seurausta siitä, että erilliset määrälaskentaohjelmat eivät pysty laskemaan määriä todenmukaisesti lasiseinien mallintamiseen tarkoitetuilla työkaluilla. Erikoisrakenteet, kuten kaksoisjulkisivut, mallinnetaan erillisenä seinärakenteena. Kaikissa seinissä natiivimallista IFC-malliin on siirryttävä rakennetyyppi, rakennusosantunnus, kuvataso/keynote, pituus, leveys, korkeus ja pinta-ala.

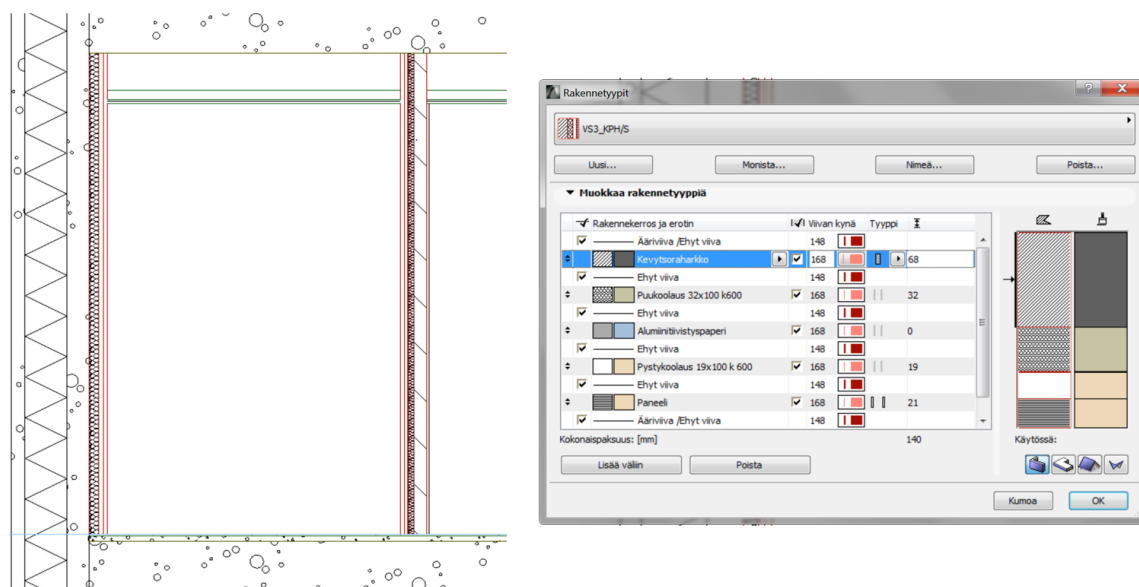
Laatat (Yläpohja, välipohja ja alapohja) mallinnetaan käyttäen laattatyökalua. Natiivimallista IFC-malliin on siirryttävä rakennetyyppi, rakennusosan tunnus, kuvataso/keynote, pituus, leveys, kor-

keus ja pinta-ala. Laatta mallinnetaan pintakerrokseen asti. Pintakerrokset voidaan mallintaa havainnollistamistarkoitukseen. Pintakerrosten mallintamisesta määrälaskentaan sovitaan hankekohtaisesti.



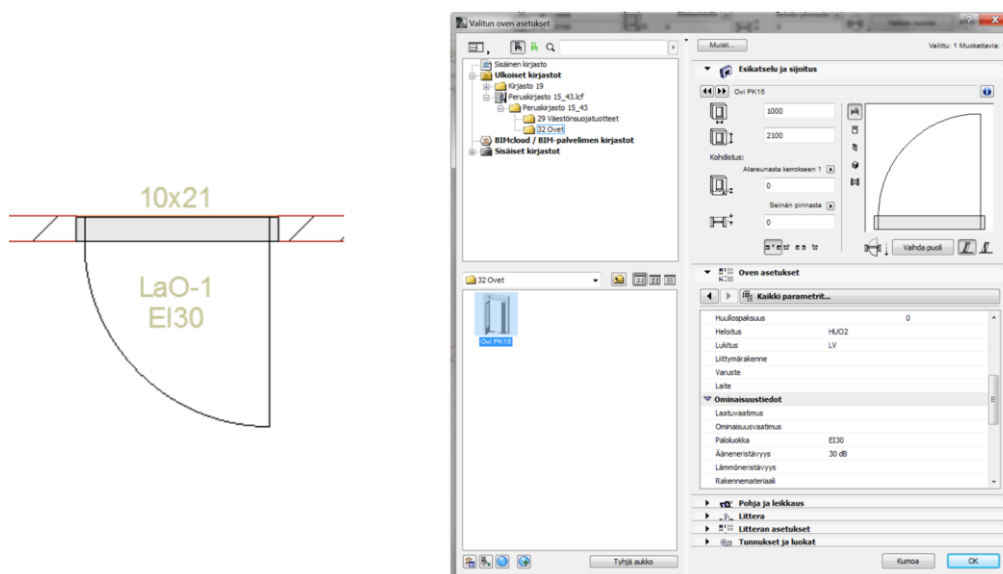
KUVA 16. Esimerkki välipohjan mallinnustarkkuudesta (Kuokkanen 2016).

Opinnäytetyössä tutkittiin kosteiden tilojen seinien ja laattojen mallintamista ja niiden tarkkuustasoa. Kosteiden tilojen rakenteista ja pintamateriaaleista tehtiin omat rakennetyypit. Näin määrälaskentaan saadaan tietomallista todenmukaiset määrät. Johtopäätöksenä oli, että suurissa rakennushankkeissa tämä mallintamistarkkuus käy haasteelliseksi. Edellämainitun tarkkuustason käyttäminen vie aikaa ja aiheuttaa paljon lisäkustannuksia mallintamistyöhön. Lisäksi tietomallien käytettävyys heikenee suuren tietosisällön johdosta. Pienemmissä rakennushankkeissa kyseinen käytäntö on mahdollista toteuttaa.



KUVA 17. Kosteiden tilojen leikkaus ja seinän rakennetyyppi (Kuokkanen 2016).

Ovet ja ikkunat mallinnetaan tyyppi- ja heloitustunnuksineen ovi- ja ikkunatyökaluilla. Jos ovista ja ikkunoista oleville tiedoille ei ole omaa parametrikenttää, tiedon sijainti on merkittävä tietomallilistosteeseen. Natiivimallista IFC-malliin on siirryttävä tyyppi, rakennusosatunnus, leveys, korkeus, kätisyys, alareunan korko, heloitus ja mahdollisesti paloluokka, ääneneristävyys, lukitus, varusteet, laitteet ja muut tiedot esim. turvalasi.



KUVA 18. Esimerkki oven mallinnustarkkuudesta. Oven parametritietoihin on lisätty heloitus, lukitus, paloluokka ja ääneneristävyys tiedot (Kuokkanen 2016).

Palkit ja pilarit mallinnetaan palkki- ja pilarityökaluilla. IFC-malliin on siirryttävä rakennetyyppi, rakennusosantunnus, kuvataso/keynote, pituus, leveys ja korkeus. Jos palkkeja tai pilareita ei pystytä mallintamaan niiden omilla mallinnustyökaluilla, voidaan mallintaessa käyttää muita työkaluja. Siitä luodaan yleinen mallinnusosa ja se määritellään palkiksi tai pilariksi. (RT 10-11068, 19, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu).

Portaat mallinnetaan porrastyökalulla. Lepo- ja kerrostasot voidaan mallintaa laattatyökalulla. Jokaiseen kerrokseen kuuluvat portaat mallinnetaan erikseen. (RT 10-11068, 19, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.) Natiivimallista IFC-malliin on siirryttävä rakennetyyppi ja kuvataso/keynote.

Hormit ja kuilut mallinnetaan seinätyökalulla kerrosten korkuisina. Ne varustetaan tarvittaessa huoltoluukuilla tai -ovilla. (RT 10-11068, 19, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu.)

Alakatot voidaan mallintaa laattatyökalulla tai sisäkattotyökalulla. Tietomalliselosteessa on mainittava millä työkalulla elementti on mallinnettu. Jos alakatto on mallinnettu laattatyökalulla, se on pysyttävä erottelemaan muista laatoista tunnistetiedoilla esimerkiksi rakennetyypillä ja rakennusosatunnisteella.

Parvekkeet mallinnetaan laatta-, seinä- ja pilarityökaluilla tai objektina. Tunnistetiedoista on käytävä ilmi, että rakennusosa kuuluu parvekkeeseen. Natiivimallin mukana IFC malliin on siirryttävä rakennetyyppi ja kuvataso/keynote, pituus, leveys, korkeus ja pinta-ala.

Vesikatot mallinnetaan käyttäen katto tai laattatyökälyä. Natiivimallin mukana IFC malliin on siirryttävä rakennetyyppi ja kuvataso/keynote, pituus, leveys, korkeus ja pinta-ala.

Kalusteiden, varusteiden ja laitteiden mallintamisesta sovitaan hankekohtaisesti. Ne mallinnetaan objekteilla. Tunnistetiedoista tulee ilmetä, mikä kaluste, varuste tai laite on kyseessä. Kalusteet, varusteet ja laitteet on eroteltava muista rakennusosista ja ne on pystyttävä rajaamaan pois IFC-mallista. Erottelu voidaan tehdä esimerkiksi kuvatasoilla. (RT 10-11068, 20, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 3. Arkkitehtisuunnittelu). Jos kalusteet, varusteet tai laitteet halutaan IFC malliin, rakennetyyppi, rakennusosatunnus ja kuvataso/keynote tulee ilmetä mallista.








Päällysteiden mallintamisesta sovitaan hankekohtaisesti. Aluerakenteista pihavarastot, pihakatokset, alueen portaat, luiskat ja terassit mallinnetaan hankkeessa. Aitojen, tukimuurien ja alueen pysäköintirakenteiden mallintamisesta sovitaan hankekohtaisesti.

## 6.5 Lisäselvityksiä tietomallin hyödyntämiseen

### 6.5.1 Objektiluettelo

Opinnäytetyötä tehdessä pohdittiin, onko tietomallin avulla mahdollista linkittää tiloihin, siihen kuuluvia ovi-, ikkuna- ja kalusteobjekteja? Kyseinen toimenpide helpottaisi tavaroiden hankintaa ja varastointipaikkojen suunnittelua työmaalla. Työmaalla olisi mahdollista katsoa tietomallista tilan tiedot ja kaikki siihen kuuluvat objektit. Kysymykseen ei löytynyt suoraa vastausta objektien linkittämisestä tiloihin, mutta suunnitteluohjelmissa objektien luetteloinnin pystyy tekemään vyöhykkeiden nimen tai numeron mukaan (taulukko 2). Luetteloinnissa tulee kuitenkin ongelma, jos tietomallissa on päällekkäisiä vyöhykkeitä. Päällekkäisiä vyöhykkeitä tulee, kun halutaan kokonaisaloja rakennuksesta.

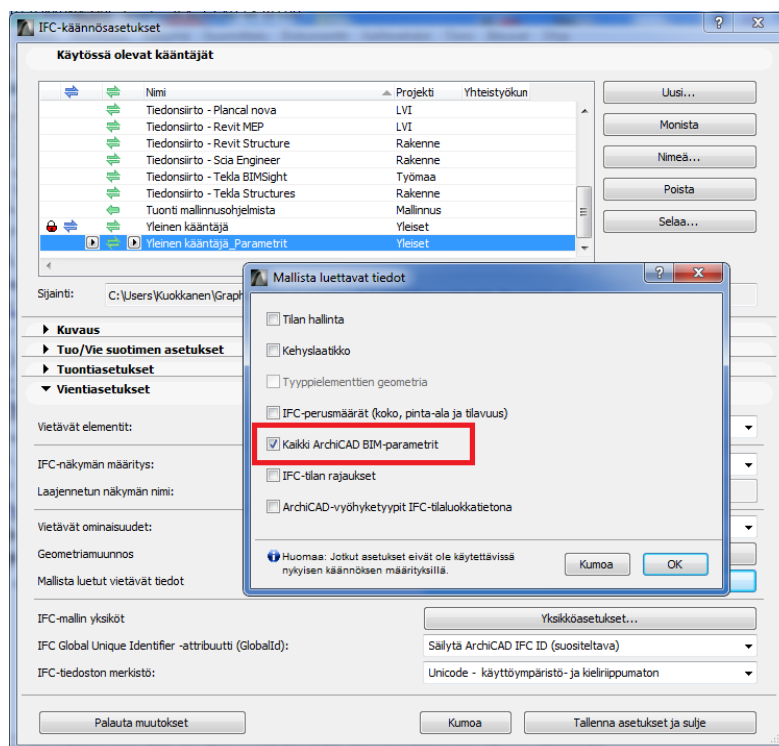
TAULUKKO 2. ArchiCadissä tehty objektiluettelo vyöhykkeiden mukaan (Kuokkanen 2016).

Objektiluettelo				
Vyöhykkeen nimi	Vyöhykkeen numero	Objektin nimi	Määrä	3D-aksonometria edestä
<b>Asunto</b>				
	1	AXIA_16	4	
	1	Cupio_673B_16	1	
	1	PINTA ES_16	2	
<b>Toimisto</b>				
	2	AXIA_16	2	
	2	Cupio_673B_16	2	
	2	FORM Table_16	1	
	2	PINTA ES_16	2	

## 6.5.2 IFC-mallin parametritiedot

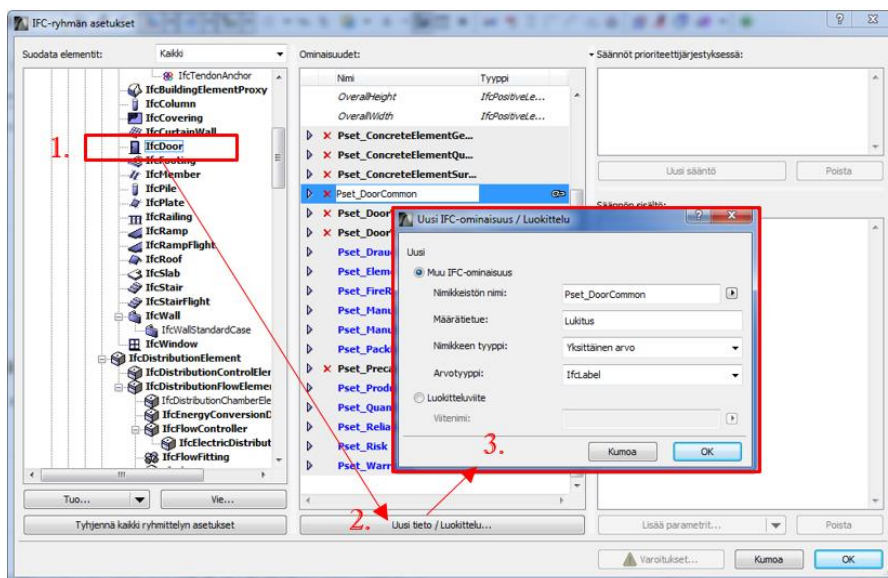
Opinnäytetyötä tehdessä tarkasteltiin IFC-mallien ja natiivimallien tietosisältö eroja. Tarkastelukoh- teeksi otettiin ovien ja ikkunoiden parametritietojen siirtyminen natiivimallista IFC-malliin. Rakennus- liike pystyy tarkastelemaan työmaalla tarkemmin ovien ja ikkunoiden rakennetietoja. Rakennusliike U. Lipsanen Oy käyttää työmailla Tekla BimSight ja Solibri Model Viewer ohjelmia tietomallien tar- kastelemiseen. Kun Revit ohjelmasta viedään tietomalli IFC-muotoon, tietomallit sisältävät objektien parametritiedot, ilman perusasetuksien muuttamista. ArchiCad natiivimallista parametritiedot eivät siirtyneet automaattisesti IFC-malliin ovien ja ikkunoiden osalta. Asiaa selvitettiin ArchiCadin tekni- sestä tuesta (Mad.fi) ja sieltä saatiin ohjeistus objektien parametrien linkitys IFC-malliin.

ArchiCadissa voi muuttaa IFC:n vientiasetuksista haluttua tietosisältöä. Vientiasetuksista voidaan li- sätä objektien kaikki parametri tiedot sisältyväksi IFC malliin (kuva 19). Jos kaikki parametri tiedot viedään IFC-malliin, rakennusliikkeen kannalta mukaan voi tulla paljon turhaa tietoa.



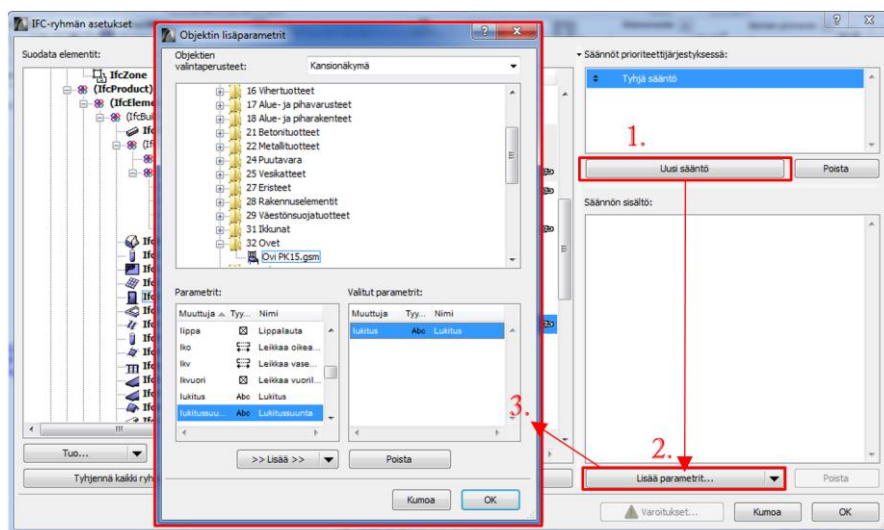
KUVA 19. ArchiCad ohjelmassa IFC kääntöasetuksien haluttu tietosisältö (Kuokkanen 2016).

Seuraavassa ohje yksittäisten parametri tietojen linkityksestä ArchiCad ohjelmassa. Linkitys tehdään IFC-ryhmän asetuksista, jossa luodaan IFCDoor elementille uusi tieto/luokittelu. Aluksi valitaan ni- mikkeistön nimi esim. Pset\_DoorCommon. Seuraavaksi kirjoitetaan määrätietuekenttään elementin attribuutti, joka halutaan IFC tiedostoon esim. lukitus. Nimikkeen tyyppi ja arvotyyppi valitaan pudo- tusvalikosta (kuva 20.)



KUVA 20. ArchiCad IFC-ryhmän asetukset (Kuokkanen 2016).

Seuraavaksi lisätään uusi sääntö ja säännölle lisätään haluttu parametri kohdasta objektin parametrit (kuva 21). Näiden toimenpiteiden jälkeen objektien valitut parametritiedot linkittyvät IFC malliin.



KUVA 21. ArchiCad ohjelman parametrien linkittäminen (Kuokkanen 2016).

Muutokset elementtien parametriarvoihin kannattaa tehdä aina objektin parametrin kautta. Jos arvoa muutetaan elementin asetuksista kohdasta "Tunnukset ja luokat", tieto muuttuu IFC:hen, mutta jatkossa objektin parametrien kautta tehdyt muutokset eivät päivity IFC-malliin.

Parametrien linkitys onnistuu myös IFC mallista, vaikka natiivimallia ei olisi saatavilla. IFC-malli liitetään ArchiCadiin ja tehdään samat toimenpiteet kuin natiivimallissakin, jonka jälkeen tiedosto tallennetaan ja aukaistaan IFC katseluohjelmistolla. Samaa parametrien siirto-ohjetta voi soveltaa kaikkiin elementtien/objektien parametritietoihin. Kaikki tiedot objektin parametreista saadaan siirrettyä IFC malliin.

The screenshot shows the 'Info' window in Solibri Model Viewer. The title bar includes an information icon, the text 'Info', and navigation icons. Below the title bar, the object name 'Ovi.1.1' is displayed. A table lists various IFC properties and their values:

Identiteetti	Sijainti	Määrä	Relaatiot	Luokittelu	Hyperlinkit	AC_Pset_RenovationAndPhasing
Ifc Dimensions		Pset_DIN		Pset_DoorCommon		Pset_FireRatingProperties
Ominaisuus				Arvo		
AcousticRating				30 dB		
FireRating				EI30		
Heloitus				M43-1		
Karmien väri				Mänty, 5% valkolakkaus		
Kynnys				Tiivisteell.kovapuukeynys		

KUVA 22. Oven tiedot IFC-mallissa Solibri Model Viewer ohjelmassa parametritietojen siirron jälkeen (Kuokkanen 2016).

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli käsitellä tietomallintamista. Tietomallintaminen kehittyi jatkuvasti ja sen hyödyntäminen työmaalla yleistyy. Opinnäytetyössä tutkittiin tietomallien tietosisältöä rakennushankkeen eri vaiheissa. Lisäksi selvitettiin, miten rakennusliike pystyy hyödyntämään tietomalleja omassa toiminnassaan. Opinnäytetyön tavoite oli tehdä tietomalliohje arkkitehtisuunnitteluun Rakennusliike U. Lipsanen Oy:lle toteutussuunnitteluvaiheeseen.

Tietomallintamisesta löytyi paljon aineistoa kirjallisuudesta, verkkojulkaisuista ja opinnäytetöistä. Aihetta käsitellessä tietoa löytyi helposti, mutta oli haastavaa eritellä siitä jo vanhentunut tietokanta. Opinnäytetyössä pohjana käytettiin aineistoa yleisistä tietomallivaatimuksista (YTV2012). YTV2012 on laaja ja kattava ohjeistus tietomallintamiseen. Se antaa perusohjeet ja minimivaatimukset tietomallintamiselle. YTV:n lisäksi tarvitaan yritysten omat tietomalliohjeet ja pelisäännöt, koska yrityksillä on omat kustannuslaskentaohjelmat ja niihin tarvitaan omat tietomallinnuskäytännöt. Tietomallinushankkeissa on tärkeää sopia projektin alussa yhteisesti noudatettavat mallintamiseen liittyvät säännöt ja käytännöt. Kaikkien osapuolten on sitouduttava noudattamaan yhteisesti sovittuja sääntöjä. Tietomallihankkeen alussa on hyvä pohtia, miksi mallinnetaan ja mikä on mallintamisesta saatu hyöty.

Rakennusliikkeen näkökulmasta kohteen urakkamuodolla on vaikutusta tietomalliin. Kun rakennusliike tulee hankkeeseen mukaan toteutussuunnitteluvaiheessa, suunnitelmat ovat jo pitkällä. Tässä vaiheessa rakennusliikkeen oman tietomalliohjeen tietosisältö ja nimeämiskäytäntö voi poiketa alkuperäisistä suunnitelmista. On mahdollista, että rakennusliike ei pysty hyödyntämään valmista mallia tehokkaasti omassa toiminnassa ja se voi aiheuttaa lisätöitä mallintamisessa. Jos rakennusliike on projektin alusta asti mukana suunnittelussa, ei kyseistä ongelmaa muodostu. Suunnittelun alussa on tärkeää sopia tietomallilta vaadittava tietosisältö, jotta mallintaminen etenee oikein.

Tietomalliohjeen asiakokonaisuudet muodostuivat rakennusliikkeelle aikaisemmin luovutetuista tietomalleista ja niissä ilmenneistä kehityskohteista. Ohjeen asiakokonaisuudet on suunniteltu yhteistyössä rakennusliikkeen henkilöstön kanssa. Suurimmat kehityskohteet tietomalleissa ovat liittyneet nimeämiskäytäntöön ja niiden johdonmukaiseen käyttöön. Tietomalleja ei ole pystytty hyödyntämään täysimääräisesti omassa toiminnassa. Määrä- ja kustannuslaskennan kannalta oikein ja johdonmukaisesti tehty tietomalli on ensiarvoisen tärkeää. Opinnäytetyössä laaditun arkkitehtisuunnitteluohjeen päätavoitteena on selkeyttää ja yhdenmukaistaa nimeämiskäytäntöjä rakennusliikkeen käyttöön tuleviin tietomalleihin. Lisäksi rakennusliike haluaa laajempaa tietosisältöä, jotta niitä voidaan hyödyntää paremmin työmaalla.

Lopputuloksena laadittiin ohje, joka antaa vastauksia ja ratkaisumalleja aikaisemmin havaittuihin ongelmakohtiin. Tulevaisuudessa ohjetta tullaan käyttämään yrityksen toiminnassa. Opinnäytetyön aikana ohjetta ei ehditty testata tuotannossa. Ohjetta esiteltiin arkkitehtitoimistoille ja sieltä saatu palaute oli positiivista. Heidän näkemys oli, että tarkentavat ohjeet suunnitteluvaiheessa ovat hyödyllisiä ja auttavat sekä suunnittelua että toteutusta. Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet, laatia tar-



kentavia ohjeita tietomallipohjaiseen arkkitehtisuunnitteluun saavutettiin. Kun ohjetta päästään testaamaan käytännössä, sieltä saadun palautteen perusteella ohjetta tullaan päivittämään ja kehittämään. Mielestäni tietomalliohjeella saatiin laadittua hyvä runko ja sen asiakokonaisuuksia on mahdollista tarkentaa tulevien tarpeiden mukaan. Tietomallin kannalta on tärkeää, että projektissa määritellään aina tarkasti sen käyttötarkoitus. Tietomallit on laadittava käyttötarkoituksen mukaisella tarkkuustasolla.

Opinnäytetyön jatkotutkimus kohteena voisi olla suunnitteluohjeiden laatiminen rakennusliikkeelle rakenne- ja talotekniikansuunnitteluun. Tietomallinnus käsite on aiheena laaja ja sen rajaaminen on tärkeää yksittäisessä opinnäytetyössä. Ohjeiden tavoitteena on saada yrityksen tarpeisiin sopivia tietomalleja.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

BuildingSmart. Specifications. IFC Releases. [viitattu 29.2.2016] Saatavissa: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/ifc4-release/summary>

BuildinSmart. YTV2012. [viitattu 1.2.2016] Saatavissa: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/ifc4-release/summary>

Jäväjä, P. 2015. IFC TMK. Powerpoint-diat. Saatu Rakennusliike Lipsanen Oy:ltä 11.3.2016

Niemi Harri, Tietomallien käyttö elinkaarihankkeiden suunnittelu- ja toteutusvaiheessa, 2011, Aalto-yliopisto insinööritieteiden korkeakoulu.

Planning and building control today. [viitattu 29.2.2016] Saatavissa: <http://planningandbuildingcontrolday.co.uk/bim/european-bim-world-class-digital-construction-sector> Saatavissa: <http://planningandbuildingcontrolday.co.uk/bim/european-bim-world-class-digital-construction-sector-2/22656/>

Penttilä, P., Nissinen, S., Niemioja, S. 2006a. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa yleiset periaatteet. Helsinki: Rakennustieto Oy

Penttilä, P., Nissinen, S., Niemioja, S. 2006b. Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa. Helsinki: Rakennustieto Oy

Niemioja, S. 2005. Arkkitehdin tuotemallisuunnittelu. Yleiset perusteet ja ohjeita. [verkkodokumentti] ProIT [viitattu 5.4.2016]. Saatavissa: [http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_tuotemalliohje\\_ark\\_elokuu2005.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_tuotemalliohje_ark_elokuu2005.pdf)

Rakennusliike U.Lipsanen Oy. [viitattu 17.1.2016]. Saatavissa: <http://www.lipsanen.com>

RT-10-11066 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 1. Yleinen osuus. Helsinki: Rakennustieto

RT 10-11072 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 7. Määrälaskenta. Helsinki: Rakennustieto

RT 10-11078 Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 13. Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa. Helsinki: Rakennustieto

RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke, Ohjeita rakennuttajalle. Helsinki: Rakennustieto

Silius, P. 2015. Rakentamisen tietomallintamisen oikeudelliset haasteet [verkkodokumentti]. Rakennustieto [viitattu 3.4.2016]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130205.p>

Tolonen, Veli-Pekka 2016-01-22. Ongelma opinnäytetyössä [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Henri Kuokkanen. [Tulostettu 2016-01-22.]

TM.AC – ArchiCad tuotemallintamisohje [verkkodokumentti] Micro Aided Design Oy [viitattu 8.2.2016]. Saatavissa: <http://mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja13/TM.AC%20-%20ArchiCAD-tuotemallintamisohje.pdf>

YS.IFC - IFC-tiedonsiirto [verkkodokumentti] Micro Aided Design Oy [viitattu 8.2.2016]. Saatavissa: [http://mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja16/YS.IFC\\_web.pdf](http://mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja16/YS.IFC_web.pdf)

LIITE 1: TIETOMALLIOHJE ARKKITEHTISUUNNITTELUUN

# Suunnittelukohtaiset ohjeet ja vaatimukset

## Arkkitehtisuunnittelu

### ARK Yleiset ohjeet

Arkkitehtisuunnitteluohjeen tavoitteena on, että rakennusliike pystyy hyödyntämään tietomallia mahdollisimman tehokkaasti omassa toiminnassaan. Arkkitehtitietomallin käyttötarkoitus on havainnollistaminen, työnohjaus, määrälaskenta ja hankinnat tietomallin avulla. Tietomallia hyödynnetään esim. määräluetteloiden tuottamiseen tietomallista sekä työmaalla suunnitelmien tarkastamiseen ja havainnollistamiseen. Tietomallia tarkastellaan työmailla mm. Solibri ja Tekla BimSight ohjelmilla.

Tietomallin kannalta tärkeää on siitä saatava tieto (mitta- ja määrätieto mallista sekä rakennusosiin, kalusteisiin, varusteisiin ja laitteisiin liitetty tieto).

- Kuvatasot ja rakennetyypit tulee nimetä johdonmukaisesti. Niiden perusteella suunnitelmätietoja jäsennellään ja eritellään eri tarkoituksissa. (esim. määrälaskennassa rakennetyyppien ryhmittely)
- Kuvatasot ja rakennetyypit on nimettävä niin, että elementit ovat helposti tunnistettavissa ja ilmenevät mallista.
- Rakennetyyppien tiedot eivät saa olla puutteellisia.
- Rakennusosien tunnisteen tulee olla elementtiä kuvaava nimi tai tarkentava tieto.
- Tilojen tunniste ja nimeämiskäytäntö tulee olla selkeä ja johdonmukainen.
- Projektissa tehtävät muutokset on aina dokumentoitava tietomalliselosteeseen.
- Korjausrakentamisessa kohteen purettavat ja pysyvät rakenteet on eroteltava toisistaan.
- Jos hankkeesta luovutetaan natiivimalli, on huolehdittava siitä, että myös käytössä olevat ulkoiset kirjastot on saatavilla.
- Ei päällekkäisiä rakennusosia eikä objekteja.
- Ohjeesta poikkeaminen on aina dokumentoitava tietomalliselosteeseen.
- Hankekohtainen käyttötarkoitus tietomallille määrittelee sen tietosisällön laajuuden.

### Kuvatasojen nimeäminen

Kun tietomallissa käytetään kuvatasoja, nimeämisestä sovitaan aina hankekohtaisesti. Kuvatasojen tulee olla kuvaavia ja johdonmukaisesti nimettyjä. Kuvatasoja käytetään tiedon jäsentelyyn ja laitteluun (esim. määrälaskennassa). Tekstit, mitat, kalusteet, rakennusosat, tilat ym. on aina oltava omilla kuvatasoillaan. Kuvatasojen nimeämisessä voidaan käyttää esim. Talo-2000 nimikkeistöä. Kuvataso esimerkki:

- AR1251\_Parvekkeet
  - 2 ensimmäistä kirjainta osapuolitunnus (AR=arkkitehtisuunnittelu)
  - 4 seuraavaa numeroa hankenimikkeistön mukainen tunnus
  - Selite/kuvaus
- ARD1\_Päämitat
  - 2 ensimmäistä kirjainta osapuolitunnus (AR=arkkitehtisuunnittelu)
  - Seuraava kirjain on tarkenne (Esim. D=dimension, T=text)
  - Selite/kuvaus

Tietomallissa oleellista on noudattaa kuvatasoissa sovittua nimeämiskäytäntöä ja on huolehdittava, että rakennusosat ovat oikeilla kuvatasoilla.

Jos tietomallissa ei käytetä kuvatasoja, merkitään nimikkeistön mukainen tunnus rakennetyypin parametritietoihin. Esimerkiksi Revit-ohjelmassa nimikkeistön mukainen tunnus merkitään keynote kenttään.

## Rakennetyyppien nimeäminen

Rakennetyyppien nimeäminen tehdään rakennesuunnittelijan laatimien rakennetyyppien mukaan. Tietomallissa rakennetyypit pitää olla nimettyinä. Jos rakennetyyppejä ei ole saatavilla suunnittelun alkuvaiheessa, nimeämisessä käytetään oletettua materiaalia. (esim. US1\_betonirunko, VS1\_muurattu väliseinäharkko)

Rakennetyyppejä käytetään suunnitelmatietojen jäsentelyyn, erittelyyn ja esittämiseen eri tarkoituksissa. (esim. määrälaskennassa)

On tärkeää, että rakennetyypin tunnus kulkee rakenteen mukana ja säilyy tunnistettavana tiedonsiirrossa.

Rakennetyyppien rakennekerrokset on määriteltävä niin, että ne ovat tunnistettavissa mallista. (esim. US1 ei ole yhtä rakennekerrosta)

## Rakennusosien nimeäminen

Elementeillä ja rakennusosilla on muokattavissa oleva tunniste (ID). Tunniste kuvaa rakennusosaa ja se voi olla sama usealla elementillä. (esim. jos tunnuksella kuvataan vain ikkunan tyyppiä). Täysin identtisillä elementeillä tulee olla sama tunnus. Tunnisteena tulee olla elementtiä kuvaava nimi tai tarkentava tieto johdonmukaisesti käytettynä koko tietomallissa. Tunnisteen käytöstä sovitaan hankekohtaisesti.

- Esim. Kohteen väliseinän tunniste (ID):
  - muurattu väliseinä
  - kipsilevyseinä
  - betoni väliseinä
- Esim. kohteen laminaattiovien tunnisteet (ID):
  - LaO-1.1 Laminaattiovi ja tunniste numero
  - LaO-1.2 Laminaattiovi ja tunniste numero
  - LaO-1.3 Laminaattiovi ja tunniste numero

## Tilojen tunniste ja nimeämiskäytäntö

Nimeämiskäytännössä noudatetaan RT 15–10635 Rakennuspiirustukset ohjetta ja sovelletaan sitä hankekohtaisesti. Nimeämiskäytännössä on tärkeää johdonmukainen, kuvaava ja selkeä tilojen nimeäminen.

Tilojen tunniste esimerkki:

Tilan tunniste koostuu kerroksen tunnisteesta, tilan numerosta, tilan nimestä ja pinta-alasta.

A104	A-Siipi, kerros 1, tilan numero 4
Ruokasali	Tilan nimi
120,0 m <sup>2</sup>	Pinta-ala
B301	B-Siipi, kerros 3, tilan numero 1
IV-konehuone	Tilan nimi
75,5 m <sup>2</sup>	Pinta-ala

## Muutosten hallinta

Kun tietomalleja julkaistaan suunnittelun eri vaiheissa, on ilmoitettava mihin käyttötarkoitukseen mallia saa käyttää ja missä vaiheessa malli on. (esim. alakatot ovat vielä luonnosvaiheessa, kun malli julkaistaan).

Jos muutoksia tehdään projektin aikana, ne on aina kirjattava tietomalliselosteeseen.

## Korjausrakentaminen

Tietomallista tulee käydä ilmi aina olemassa olevat rakenteet. Jos kohteessa on purettavia ja pysyviä rakenteita, ne on pystyttävä erottamaan toisistaan. Näin määrälaskennassa saadaan eroteltua rakenteet. Erottelu voidaan tehdä seuraavilla tavoilla:

- Kuvatasojen nimeämisellä tai lisäämällä tieto kuvatason lisäke kenttään
  - esim. AR1241\_Ulkoseinät.Purettava tai AR1241\_Ulkoseinät.säilyvä
- Rakennetyypin nimeämisellä
  - esim. US1\_betonirunko\_purettava tai US1\_betonirunko\_säilyvä
- Tallentamalla tieto elementin parametri tietoihin
  - ArchiCad: muutosstatus kenttä
  - Revit: Phase Created kenttä

Pysyvien ja purettavien rakenteiden erottelutapa sovitaan hankekohtaisesti ja se ilmoitetaan tietomalliselosteessa.

## Toteutus suunnitteluvaiheen ARK tietomallin tietosisältö

Tietomallissa käytetään mallintamisen tarkkuustasoa 3 /YTV. Tarkkuustaso on määritelty YTV2012 dokumentissa osa3. kohdassa 3.3. Rakennusosat mallinnetaan YTV2012 osa 3. kohdan 5.5.2 mukaisesti. Tietosisältö merkitään ohjelmistossa elementtien parametritietoihin. Jos tiedolle ei ole omaa kenttää, on ilmoitettava tietomalliselosteessa mihin tieto on laitettu. Kaikki tieto on siirryttävä natiivimallin mukana IFC malliin. Seuraavassa luettelo rakennusosien tietosisällöstä:

Rakennusosa/Tila	Mallinnustyökalu	Tietosisältö	INFO
Tilat	Vyöhyketyökalu Area (Revit) Room (Revit)	Nimi Tyyppinumero Vyöhyketyyppi Pinta-ala Pintamateriaalit Tilaan liittyvät erityisvaatimukset	
Sokkelit ja perusmuurit	Seinätyökalu Laattatyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote	Tietomalliselosteessa mainittava, millä työkalulla elementti on mallinnettu.
Alapohja	Laattatyökalu	Tyyppi/ID Kuvataso/Keynote Pituus, leveys, korkeus Pinta-ala	
Välipohja	Laattatyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys, korkeus Pinta-ala	
Yläpohja	Laattatyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys, korkeus Pinta-ala	
Pilarit	Pilarityökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys, korkeus	
Palkit	Palkkityökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys, korkeus	
Ulkoseinät	Seinätyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys, korkeus Pinta-ala	Erikoisrakenteet kuten kaksoisjulkisivut mallinnetaan erillisenä seinärakenteena.
Suuret lasiseinät	Seinätyökalu Ikkunatyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys, korkeus Pinta-ala	Ensin mallinnetaan seinä johon lasi ikkunatyökalulla. Tietomalliselosteessa mainittava, millä työkalulla elementti on mallinnettu.
Ovet	Ovityökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Tyyppi Leveys x korkeus Kätisyys Materiaalit Ääneneristys Paloluokka Heloitus/Lukitus Varusteet/Laitteet Kynnys Muu (esim. turvasasi)	Heloitus ja lukitus tiedot merkitään koodina, jonka sisältö määriteltävä erillisessä heloitusselosteessa.



Ikkunat	Ikkunatyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Tyyppi Leveys x korkeus Kätisyys Materiaalit Ääneneristys Paloluokka Heloitus/Lukitus Varusteet/Laitteet Alareunan korko Muu (esim. turvalasi)	Heloitus ja lukitus tiedot merkitään koodina, jonka sisältö määriteltävä erillisessä heloitusselosteessa.
Vesikattorakenteet	Kattotyökalu Laattatyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys korkeus Pinta-ala	
Parvekkeet	Laattatyökalu Seinätyökalu Pilarityökalu Objekti	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys korkeus Pinta-ala	
Portaat	Porrastyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote	Lepo- ja kerrostasot voidaan mallintaa laattatyökalulla.
Luisikat ja kaltevat tasot	Pintatyökalu Laattatyökalu Kattotyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys korkeus Pinta-ala	Tietomalliselosteessa mainittava, millä työkalulla elementti on mallinnettu.
Hormit ja kuilut	Seinätyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote	
Väliseinät	Seinätyökalu	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote	
Alakatot	Laattatyökalu Sisäkattotyökalu (Revit)	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote Pituus, leveys korkeus Pinta-ala	Tietomalliselosteessa mainittava, millä työkalulla elementti on mallinnettu.
Kaiteet	Objekti Kaidetyökalu (Revit)	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote	
Kalusteet, varusteet ja laitteet	Objekti	Tyyppi/ID Kuvatasa/Keynote	