

Tietomallin hyödyntäminen rakennusliikkeen oman asuntotuotannon määrä- ja kustannuslaskennassa

Utnyttjande av BIM i mängd- och kostnadsberäkning i byggföretags egen bostadsproduktion

Rickhard Ekman

Opinnäytetyö, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Examensarbete, Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Raasepori - Raseborg 2013



Alkusanat

Tämä insinöörityö on tehty Lemminkäinen Talo Oy:lle. Haluan osoittaa suuret kiitokset työn ohjaajille Päivi Huumolle ja Artur Viritille Lemminkäinen Talo Oy:stä sekä Towe Anderssonille AMK Noviasta. Lisäksi haluan kiittää myös Riina Leponiemeä, Harri Aroalhoa ja Matti Partasta Lemminkäinen Talo Oy:stä, joilta olen saanut arvokasta tietoa ja opastusta opinnäytetyöhöni.

Raaseporissa 12.02.2013

Rickhard Ekman

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Rickhard Ekman

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennesuunnittelu

Ohjaajat: Päivi Huumo ja Artur Virit, Lemminkäinen Talo Oy

Towe Andersson, Ammattikorkeakoulu Novia

Nimike: Tietomallin hyödyntäminen rakennusliikkeen oman asuntotuotannon määrä- ja kustannuslaskennassa

Päivämäärä 12.2.2013

Sivumäärä 40

Liitteet 0

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää tietomallipohjaisen määrä- ja kustannuslaskennan ongelmat ja hyöty nykyisessä laskentaprosessissa. Opinnäytetyön tilaajana toimii Lemminkäinen Talo Oy PKS (myöhemmin lyhenne LMK). Työssä pyritään vastaamaan kysymykseen, onko nykyiset tietomallit halutun tasoisia ja mitä asioita on kehitettävä, jotta voidaan tulevaisuudessa hyödyntää tietomallia etenkin määrälaskennassa aiempaa tehokkaammin. Onko esimerkiksi mahdollista ja tarpeellista, että kaikki rakennuksen osat mallinnetaan?

Aluksi työssä paneudutaan määrälaskentaan ja sen teoriaan ja selvitetään, miten Lemminkäinen Talo Oy:ssä lasketaan nykyään eri hankkeiden määriä ja kustannuksia. Opinnäytetyössä esitellään myös erilaisia tietomalli- ja kustannuslaskentaohjelmia ja sitä, miten nämä ohjelmat voidaan yhteensovittaa toisiinsa niin kuin ohjelmistosuunnittelijat ovat sen suunnitelleet. Tämän jälkeen työssä listataan tietomallipohjaisen määrälaskennan erilaisia hyötyjä ja riskejä ja verrataan tietomallipohjaista laskentaa perinteiseen laskentaan. Mallien ongelmia ja puutteita listattaessa käytetään apuna sekä vanhoja laskettuja kohteita että uusia laskennassa olevia kohteita. Opinnäytetyössä otetaan myös esiin määrä- ja kustannuslaskentatoimistojen näkökulma tietomallipohjaiseen laskentaan.

Tulokset osoittavat, että tietomallit eivät määrälaskentanäkökulmasta vastaa yleisiä tietomallivaatimuksia. Puutteellisen suunnittelun ohjauksen ja tietomallityökalujen käytön osaamattomuuden takia, laskentaan on toistaiseksi varattava yhtä paljon aikaa verrattuna perinteiseen laskentaan.

Kieli: Suomi

Avainsanat: Asuntotuotanto, tietomalli, määrälaskenta, kustannuslaskenta

EXAMENSARBETE

Författare: Rickhard Ekman

Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning: Konstruktionsplanering

Handledare: Päivi Huumo och Artur Virit, Lemminkäinen Talo Ab
Towe Andersson, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Utnyttjande av BIM i mängd- och kostnadsberäkning i byggföretags egen bostadsproduktion

Datum 12.2.2013

Sidantal 40

Bilagor 0

Abstrakt

Meningen med examensarbetet är att kartlägga fördelar och nackdelar med BIM-baserad mängd- och kostnadsberäkning nuförtiden i beräkningsprocessen. Som beställare fungerar Lemminkäinen Talo Ab PKS (senare förkortning LMK). I slutarbetet strävar man till att svara på frågan huruvida dagens BIM-modeller är tillräckligt goda och vilka saker som måste utvecklas för att i framtiden kunna utnyttja BIM-modeller i mängdberäkningen effektivare än förut. Är det t.ex. möjligt och lönsamt att alla enskilda byggnadsdelar modelleras noggrant i modellen?

I början av arbetet går man in på teorin bakom mängdberäkningen och kartlägger på vilket vis man nuförtiden räknar mängder och kostnader till olika projekt i Lemminkäinen Talo Ab. I examensarbetet presenteras också olika BIM-baserade programvaror och kostnadsberäkningsprogrammer samt hur man kan knyta dessa programvaror sinsemellan. Efter det listas olika fördelar och nackdelar med BIM-baserad mängdberäkning. Beräkningar jämförs också med traditionellt utförda beräkningar, där man i jämförelserna använder såväl gamla redan räknade som nya kommande projekt. I slutarbetet tas även fram mängd- och kostnadsberäkningsbyråers synvinkel på BIM-baserad kostnadsberäkning.

Resultatena visar att BIM modellerna inte motsvarar de krav som ställs för dem i de allmänna kraven för BIM modeller. Bristfällig planeringsstyrning och inkompetens i utnyttjande av BIM verktyg, leder till att man fortfarande måste boka lika mycket tid för kostnadsberäkning jämfört med traditionell kostnadsberäkning.

Språk: Finska

Nyckelord: Bostadsproduktion, BIM modell, mängdberäkning, kostnadsberäkning

BACHELOR'S THESIS

Author: Rickhard Ekman

Degree Programme: Construction Engineering, Raseborg

Specialization: Structural Engineering

Supervisors: Päivi Huumo and Artur Virit, Lemminkäinen Talo Oy
Towe Andersson, Novia University of Applied Sciences

Title: Using BIM for Quantity and Cost Calculation in Building Company's Private House Production/

Tietomallin hyödyntäminen rakennusliikkeen oman asuntotuotannon määrä- ja kustannuslaskennassa

Date 12 February 2013

Number of pages 40

Appendices 0

Summary

The purpose of the thesis is to explore advantages and disadvantages of BIM-based quantity and cost calculation. This thesis is made for Lemminkäinen Talo Oy PKS (later abbreviation LMK). The aim of the thesis is to answer the question if BIM models nowadays are good enough for cost calculation and which things must be improved to make BIM-based cost calculation more efficient. For example, is it possible and profitable in the future to model every construction part in the model itself?

At the beginning of the work the main theory behind quantity calculation is being presented and the process of quantity and cost calculation for different projects at Lemminkäinen Talo Oy is being explored. In the thesis there are also different BIM-based software and software for calculation being presented and how you can bind these to each other. After that the advantages and disadvantages of BIM-based quantity calculation are listed. Calculations are also compared with traditionally made calculations, where old as well as new projects have been used as examples. In the thesis also calculation agencies' viewpoints on BIM-based cost calculation are revealed.

The result shows that BIM models are not good enough for efficient quantity and cost calculation. Inadequate planning guidance and poor skills of using BIM tools means that you still have to book as much time for cost calculation as for traditionally made cost calculation.

Language: Finnish

Key words: House production, BIM model, quantity calculation, cost calculation

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Määrä- ja kustannuslaskenta	3
2.1	Rakennusliikkeen kustannuslaskenta omassa asuntotuotannossa.....	3
2.2	Rakennusliikkeen kustannuslaskenta kilpailu-urakoinnissa	5
2.3	Perinteisen määrä- ja kustannuslaskennan prosessi Talo 80 -nimikkeistön mukaan.....	6
2.4	Tavoitearvio ja kustannusseuranta.....	9
3	Tietomallin käyttö rakennustuotannossa	11
3.1	Tietomallintamisen edut	11
3.2	Yleiset tietomallivaatimukset - COBIM-hanke	13
3.3	Tietomallinnusohjelmat.....	15
3.3.1	ArchiCAD.....	16
3.3.2	Revit Architecture	17
3.3.3	Tekla Structures.....	18
3.4	Määrä- ja kustannuslaskentaohjelmat.....	19
3.4.1	Tocoman.....	20
3.4.2	Vico Office (BIM 5D).....	22
4	Tietomallista saatavien määrien ongelmat ja mahdollisuudet	23
4.1	Hyödyt ja mahdollisuudet laskentanäkökulmasta	23
4.2	Tietomallin muut hyödyt tuotantoprosessissa.....	26
4.3	Ongelmat ja riskit laskentanäkökulmasta	27
4.4	Vertailu perinteiseen määrä- ja kustannuslaskentaan.....	27
4.5	Tietomallin kehittyminen rakennusprosessissa.....	29
4.6	Tietomallipohjaisen määrä- ja kustannuslaskennan tulevaisuus	31
5	Käytännön esimerkit	33
5.1	As Oy Arietta.....	33
5.2	As Oy Vilja.....	35
5.3	As Oy Serviisi (Portaaliasunnot)	36
5.4	As Oy Paahtaja	37
6	Pohdinta	39
	Lähdeluettelo	41
	Yhteenveto ruotsiksi	44

1 Johdanto

Nykyään kaikki suurimmat rakennusliikkeet käyttävät tietomallinnusta rakennushankkeiden eri vaiheissa. Tietomallintamiseen ja sen käyttämiseen rakentamisvaiheessa on suhtauduttu erittäin kriittisesti ja voidaan olla varmoja siitä, että tietomallintamisen kehitys ei ole tapahtunut tarpeeksi tehokkaasti ja toivotussa aikataulussa. Tietomalleista saatavat hyödyt ovat kuitenkin merkittäviä ja jatkuvasti kehitellään uusia ratkaisuja, jotka hyödyntävät rakennusliikkeitä rakentamisen eri vaiheissa. Tämä koskee rakentamisprosessin kaikkia toiminta-alueita; suunnittelua, rakentamista, käyttöä ja ylläpitoa. Rakentajien toiveena on ollut, että tietomallinnus vähentäisi päällekkäistä työtä, sekä suunnittelun ohjauksessa, määrä- ja kustannuslaskennassa, työnaikaisessa työnsuunnittelussa ja -ohjauksessa että aikataulutuksissa. Jotta tietomallintaminen kehittyisi tulevaisuudessa, on erittäin tärkeää, että rakentajat ja yleisesti tietomallinnusohjelmien käyttäjät tuovat esiin erilaisia ratkaisuja ohjelmistotuottajille. Ainoastaan käyttäjien palautteiden avulla saadaan nopein ja tehokkain kehitys aikaiseksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella tämänhetkisiä tietomallipohjaisen määrä- ja kustannuslaskennan riskejä ja hyötyjä. Työssä paneudutaan pääsääntöisesti LMK:n oman asuntotuotannon määrä- ja kustannuslaskennan prosessiin. Opinnäytetyössä listataan kaikki tietomallipohjaisen määrälaskennan mahdollisuudet ja esitellään kehitysehdotuksia, joita esim. ohjelmistotuottajat voisivat hyödyntää omissa ohjelmistosuunniteluissaan. Tarkoituksena on pääsääntöisesti kuitenkin kerätä kehitysehdotuksia LMK:n omaan suunnittelun ohjaukseen, jotta suunnittelijat (arkkitehdit, rakennesuunnittelijat ja LVI-suunnittelijat) saisivat paremmat ohjeet kohteiden mallintamiselle.

Tietomallin antamia hyötyjä ei ole vielä otettu rakennusliikkeen näkökulmasta käyttöön tarpeeksi tehokkaasti ja monipuolisesti. Isoissa rakennusliikkeissä tietomallia hyödynnetään lähinnä isoimmista projekteista ja hankkeista. Syynä vähäiseen käyttöön on ollut toisiin ohjelmistoihin liittyvät tiedonsiirto-ongelmat ja suomalainen sirpaloitunut rakentamisprosessi, jossa pienillä yrityksillä ei ole taitoa ja osaamista hyödyntää tietomallia (Hellsten, 2010). Tietomallia käytetään jossain määrin rakentamisen eri osaluissa: talo-, talotekniikka- ja infrarakentamisessa.

Tämä opinnäytetyö on rajattu omaperusteisen asuntotuotannon määrä- ja kustannuslaskentaan jo yksinään sen laajuuden takia. Mallintamisen näkökulmasta

asuntorakentamisen ero esim. toimitilarakentamiseen verrattuna on tässä suhteessa niin pieni, että tämän työn tuloksia voidaan hyödyntää myös toimitilarakentamisessa tai jopa korjausrakentamisessa. Korjausrakentamisessa tietomallintaminen ei ole kuitenkaan vielä niin yleistä kuin uudisrakentamisessa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa hyödynnetään lähinnä rakennusalalla julkaistua kustannuslaskentaan liittyvää kirjallisuutta. Koska LMK:ssa määrä- ja kustannuslaskenta tapahtuu Talo 80 – nimikkeistön mukaan, pohjautuu kirjallisuus pääsääntöisesti kyseiseen järjestelmään. Lopputyössä hyödynnetään myös erilaisia rakennusalan lehdissä julkaistuja artikkeleita sekä Internetistä löytyviä luotettavia julkaisuja. Näiden lähteiden lisäksi on opinnäytetyössä tehty lukuisia haastatteluita koskien tietomallipohjaista kustannuslaskentaa. Haastattelut on tehty lähinnä Lemminkäisen organisaatiossa, mutta myös yrityksen ulkopuolisia tietomallinnusosaajia on haastateltu. Haastateltavat henkilöt ovat suunnittelun ohjauksesta vastaavia projektipäälliköitä, ohjelmistotuottajia ja kokeneita tietomalliohjelmien käyttäjiä. Tärkeimmät lähteet sekä opinnäytetyön painopiste perustuu kuitenkin omiin ja muiden määrä- ja kustannuslaskennassa työskentelevien henkilökohtaisiin kokemuksiin.

2 Määrä- ja kustannuslaskenta

Rakennusliikkeissä määrä- ja kustannuslaskenta aloitetaan heti, kun tulee tarve tietää jonkin projektin rakennuskustannukset. Tämä voi tapahtua joko saadun tarjouspyynnön pohjalta, jos rakennusliike päättää osallistua kyseiseen tarjouskilpailuun, tai omaperusteisen tuotannon tarpeisiin. Tämä opinnäytetyö on rajattu LMK:n omaperusteiseen asuntotuotantoon, joten laskentaprosessia tarkastellaan lähinnä oman asuntotuotannon näkökulmasta. Kustannuslaskennan päätarkoituksena on kuitenkin projektista riippumatta määrittää kohteen toteuttamisesta aiheutuvat kustannukset (Enkovaara, Haveri, Jeskanen, 1995, s. 37).

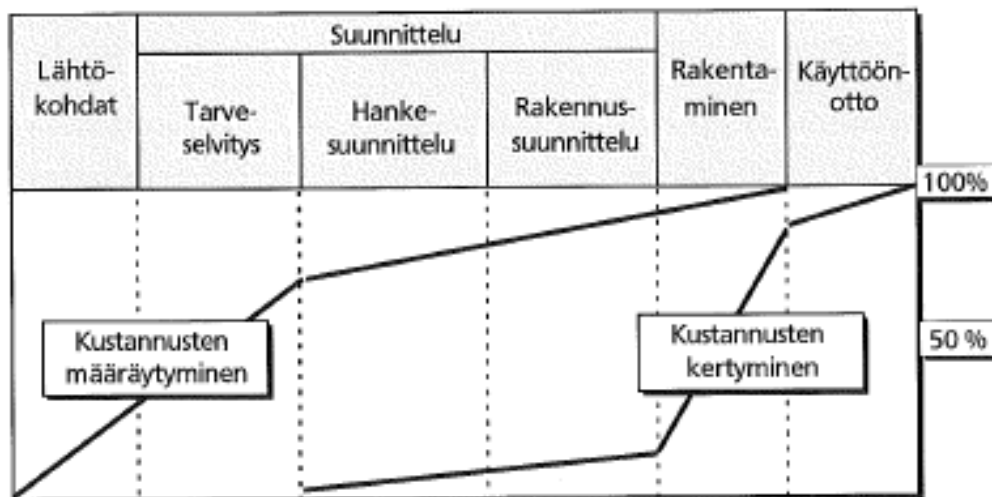
Kustannuslaskenta on tuotantoprosessissa tärkeä vaihe. Laskennassa tehdyt virheet heijastuvat suoraan työmaalle, missä on vaikeata pysyä kustannustavoitteissa. Siksi on tärkeää, että hyödynnetään mahdollisimman paljon erilaisia luotettavia työkaluja ja ohjelmia tarjouslaskennassa laskennan laadun varmistamiseksi. Tässä tietomalli on tärkeä työkalu määrä- ja kustannuslaskennassa.

2.1 Rakennusliikkeen kustannuslaskenta omassa asuntotuotannossa

Omaperusteinen rakentaminen tarkoittaa sitä, että rakennusliike suunnittelee, markkinoi, rakentaa ja osittain myös myy kohteen täysin itse. Rakennusliike suunnittelee omaa kohdetta yleisen kysynnän ja markkinatilanteen mukaan (Lemminkäinen Talo Oy, toimintajärjestelmä). Asuntokehitys lähtee liikkeelle siitä, että hankitaan tontti tai jalostetaan jo olemassa olevaa maa-aluetta suunnitteleamalla alueelle sopivia asuntoja. Kustannuslaskentaprosessi alkaa jo suunnitelmien luonnosvaiheessa ennakkomarkkinointia varten. Mitä aikaisemmin kohteen markkinointi alkaa sitä paremmin uudet asukkaat voivat vaikuttaa esim. asuntojen pintamateriaaleihin ja varustuksiin. Tietomallin hyödyntäminen jo luonnosvaiheessa tuo mahdollisuuden löytää nopeammin kustannustehokkaampia ratkaisuja. Kun mallia päivitetään, nähdään heti miten kustannukset muuttuvat. Markkinoinnin kannalta tietomallilla on myös toinen tärkeä rooli. Sen avulla voidaan luoda täysin itse markkinointikuvia, jolla visualisoidaan ostajille uutta kohdetta.

Yksi tärkeä osa kustannustehokkaassa omaperusteisessa asuntotuotannossa on suunnittelun ohjaus. Suunnittelun ohjaus on toimintaa, jossa valvotaan suunnittelun etenemistä ja laatua ja verrataan näitä omiin laatu-, aika- ja kustannustavoitteisiin (Lemminkäinen Talo Oy, toimintajärjestelmä). Kaikki suunnittelussa tapahtuvat muutokset vaikuttavat merkittävästi

koko projektin kustannuksiin. Omia kohteita ei voi toteuttaa millä hinnalla tahansa vaan kustannuksia on pyrittävä pitämään taloustilanteen tasolla. Nykyään asunnon kysyntään vaikuttaa ratkaisevasti asunnon hinta ja sijainti.



Kuva 1. Kuva esittää miten kustannukset kertyvät koko rakentamisprosessissa aina hankkeen tarveselvityksestä käyttöönottoon asti. (Lindholm, 2009, s. 9).



Kuva 2. Kuva esittää miten päätökset pitäisi teoreettisesti ohjata hankkeen eri valintatilanteissa. Huono suunnittelun ohjaus johtaa heti merkittäviin kustannusylityksiin. (Haahtela, Kiiras, 1980).

Omaperusteisen asuntotuotannon määrä- ja kustannuslaskentaprosessi ei poikkea merkittävästi kilpailu-urakoinnin kustannuslaskentaprosessista. Kun kohteen suunnitelmat valmistuvat, laskentainsinööri alkaa laskea kohdetta. Tietomallia hyödynnetään, mikäli sellainen on käytettävissä. Kilpailu-urakointipuolella tietomalliprojekteja on toistaiseksi vähemmän verrattuna omaan asuntotuotantoon. LMK:n tavoite on se, että malleja pyritään hyödyntämään myös suunnittelun ohjauksen jälkeen tuotannon eri vaiheissa; määrä- ja kustannuslaskennassa, aikataulutuksissa, työn suunnittelussa, hankinnoissa jne. (Virit, 2012). Malleissa on toistaiseksi ollut paljon virheitä ja puutteita, mikä on tehnyt mallien hyödyntämisestä haastavaa. Näitä ongelmia ja puutteita käsitellään myöhemmin tässä opinnäytetyössä.

2.2 Rakennusliikkeen kustannuslaskenta kilpailu-urakoinnissa

Rakennusliikkeen eli urakoitsijan oma kustannuslaskenta on iso kokonaisuus, joka koostuu tietyn kohteen tai projektin kustannuslaskennasta, kustannusseurannasta sekä jälkilaskennasta (Lindholm, 2009, s. 20-21). Mikäli urakoitsija päättää osallistua tarjouskilpailuun, rakennusliikkeen laskentaryhmä pitää aloituspalaverin, missä käsitellään ja päätetään kustannusarvion laadinnan edellyttämät toimenpiteet ja vastuut siten, että arvio valmistuu määräaikana. Palavereissa sovitaan myös muista asioista, esim. määrälaskennan suorittamisesta, hankintojen ennakkokyselyistä ja hinnoittelusta. Määrälaskenta suoritetaan joko tietomallia hyödyntäen tai määrät lasketaan piirustuksista käsin tai digitaalisen määrämittauslaitteiston avulla. Kaikki suunnitelmista löytyneet puutteet tai epäselvyydet kirjataan ylös laskentamuistioon hinnoittelua varten. Kilpailu-urakoinnissa määrät laskee määrälaskentatoimisto, mikäli laskenta-aika on niin lyhyt, että omat resurssit tai aikataulu ei riitä kohteen määrälaskentaan. Määrälaskentatoimiston palvelut täydentävät rakennusurakoitsijan omaa liiketoimintaa samalla kun urakoitsija tai rakennusliike pystyy keskittymään pääsääntöisesti omaan ydintoimintaansa. Tällä tapaa yritys pystyy kiinnittämään työntekijän muihin tehtäviin kuin pelkästään määrälaskentaan. Rakennuttajan toimittama määräluettelo on joskus käytettävissä. Määräluettelon määrätarkkuus ja perusteet on aina selvitettävä tapauskohtaisesti. (Lemminkäinen Talo Oy, toimintajärjestelmä).

Kilpailu-urakoinnissa kustannuslaskenta tapahtuu pitkälti suoriteosa-arviomenettelyllä. Arviolla tarkoitetaan tässä hinnan arviointia, missä kaikki rakennuksen osat jaetaan, lasketaan ja hinnoitellaan standardisoitujen nimikkeistöjen mukaan (esim. Talo 80-nimikkeistön mukaan). Tarjouspyyntöasiapaperit koostuvat kaupallisista asiakirjoista eli

tarjouspyynnöstä, urakkaohjelmasta, urakkarajaliitteestä, yksikköhintaluettelosta sekä teknisistä asiakirjoista eli piirustuksista ja työselostuksista. Mikäli liitteenä on rakennuttajan tekemä oma määräluettelo, kustannusarvio lasketaan sen perusteella. Tarjouspyyntökirje, urakkaohjelma ja urakkarajaliite ovat mahdollisessa konfliktitilanteissa painavampia asiakirjoja kuin itse piirustukset (RT 16-10182). Mikäli tarjouslaskentavaiheessa ilmenee esim. asiakirjoissa keskenään jotakin ristiriitaisuuksia, luokitellaan dokumentit yllä mainitussa pätevyysjärjestyksessä. Urakoitsija on kuitenkin velvollinen ilmoittamaan ristiriitaisuudet tilaajalle tai rakennuttajalle, joka selvittää epäselvyydet. Rakennuttaja on taas velvollinen ilmoittamaan kaikille tarjouskilpailussa oleville urakoitsijoille kaikki hänelle esitetyt kysymykset tai selvitykset, jotta kaikilla rakennusliikkeillä olisi kilpailussa samat lähtökohdat. (RT 16-10182).

2.3 Perinteisen määrä- ja kustannuslaskennan prosessi Talo 80 -nimikkeistön mukaan

Kustannuslaskenta LMK:ssa tapahtuu Talo 80 -nimikkeistön mukaan. Talo 80 -nimikkeistössä rakennuksen kustannukset muodostuvat perinteisesti rakennus-, suorite- ja tuoteosista. Kustannuslaskentamenetelmää valitaan pitkälti käytössä olevien suunnitelmien sekä koko laskentaprosessiin varatun ajan perusteella (Enkovaara, Haveri, Jeskanen, 1995, s. 12). Rakennusosa- ja tuoteosalaskentaan vaaditaan vähintään luonnosvaiheen piirustuksia ja selostuksia, kun suoriteosalaskentaan tarvitaan vielä näiden lisäksi työ- ja muita täydentäviä piirustuksia.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
RAKENNUTAJAN KUSTANNUKSET	MAA- JA POHJA-RAKENNUS	PERUSTUKSET JA ULKOP. RAKENTEET	RUNKO- JA VESIKATTO-RAKENTEET	TÄYDEN- TÄVÄT RAKEN- TEET	PINTA- RAKENTEET	KALUSTEET VARUSTEET LAITTEET	KONE- TEKNISET TYÖT	TYÖMAAN KÄYTTÖ- KUSTAN- NUKSET	TYÖMAAN YHTEIS- KUSTAN- NUKSET	
01	11 RAIVAUS JA PURKU	21 ANTURAT	31	41 IKKUNAT	51 VESIKATE	61 KALUSTEET	71 LÄMPÖ-, VESI- JA VIEMÄRI- TYÖT	81 TYÖNAIKAI- SET RA- KENTEET	91 TYÖMAAN HALLINTO	
02	RAHOITUS- KULUT	12 MAANKAIVU	22 PERUSMUU- RIT, -PALKIT JA -PILARIT	32 KANTAVAT VÄLISEI- NÄT JA PILARIT	42 ERITYIS- IKKUNAT	52 SISÄSEI- NIEN PIN- TARAKEN- TEET	62 VARUSTEET	72 ILMAN- VAIHTO- TYÖT	82 TYÖNAIKAI- SET ASEN- NUKSET	92 AVUSTA- VAT RAKENNU- S- TYÖT
03	SUUNNIT- TELU JA TUTKIMUS	13 LOUHINTA	23 KANTAVA ALAPOHJA	33 LAATAT JA PALKIT	43 OVET	53 SISÄKATTO- JEN PINTA- RAKENTEET	63 LAITTEET JA KONEET	73 SÄHKÖTYÖT	83 TYÖMAAN KONEET JA LAITTEET	93 ULKOMAISEN TOIMINNAN ERITYIS- KUSTANN.
04	YHTIÖ- KULUT, OSUDET KORVAUKS.	14 POHJARA- KENTEET JA -VAH- VISTUS	24	34 PORTAAT	44 ERITYIS- OVET	54 PORRAS- HUON. PINTA- RAKENTEET	64 TILARVH- MÄKALUS- TEET	74 SIIRTO- TEKNIikka	84 TYÖKONEET, TYÖKALUT JA -VÄLI- NEET	94 TALVI- LISÄTYÖT
05	RAKENNUT- TAMINEN JA VAL- VONTA	15 SALAOJAT JA PUTKI- JOHDOT	25 VÄESTÖN- SUOJA- RAKENTEET	35 ULKO- SEINÄT	45 KEVYET VÄLI- SEINÄT	55 ULKO- SEINIEN PINTA- RAKENTEET	65	75	85 TYÖMAAN KÄYTTÖ- TARVIKKEET	95 URAKKA- HINNAN MUUTOKSET
06	LIITTYMIS- MAKSUT	16 TÄYTTÖ JA TII- VISTYS	26 MAAN- VARAINEN LAATTA	36 ULKOTASOT JA PAR- VEKKEET	46 ERITYIS- VÄLISEI- NÄT, JA- KOSEINÄT	56 LATTIAN PINTA- RAKENTEET	66	76	86 KÄYTTÖ- AINEET JA ENERGIA	96 SOPIMUS- FORJAIS- ERITYIS- KUSTANN.
07	MARKKI- NOINTI	17 RAKENNU- ALUEEN RAKENTEET	27 ERITYIS- RAKENTEET	37 ULLAKKO JA KATTO- RAKENTEET	47 KAITTEET, HOITOTA- SOT JA -SILLAT	57 ERITYIS- TIL. PINTA- RAKENTEET	67 VÄESTÖN- SUOJAN VARUSTEET	77	87 TYÖMAA- KULJETUK- SET	97 TYÖNTEKI- JÖIDEN PALKAN- LISÄT
08	ULKOMAIS- TOIMINNAN ERITYIS- KUSTANN.	18 ULKO- VARUSTEET	28 ULKO- PUOLISET RAKENTEET	38 TILA- ELEMENTIT	48 HORMIT, TULISILMAT, KANAVAT, PIIPUT	58 MAALAU- S, TAPETOINTI	68	78 RAKENNU- TAJAN HANKINTO- JEN APUT.	88 ULKOMAISEN TOIMINNAN ERITYIS- KUSTANN.	98 TYÖNTEKI- JÖIDEN SOS. KULUT
09		19	29	39	49	59	69	79	89	99

Kuva 3. Rakennusnimikkeet Talo 80 -järjestelmän mukaan. (Rakentajain Kustannus Oy, 1988, s. 99–100).

1	2	3	4	5	6	7	8	9
MUOTTITYÖ	RAUDOITUS JA BETONI- TYÖ	METALLI- JA PELTI- TYÖ	MURAAUS RAPPAAUS LAATOITUS	ELEMENTTI- TYÖ	PUU- JA LEVITYÖ	LÄMMÖN JA KÄMMEN ERISTYS	VEDEN JA KOSTEUDEN ERISTYS	MUIT TYÖT
11 LAUTA- MUOTTITYÖ	21 RAUDOITUS	31	41 TIILI- MURAAUS	51 BETONI- ELEMENTTI- TYÖ	61 PUURUNKO- TYÖ	71 PEHMEÄ NIMERAALIVILLA	81 SIVELY- ERISTYS	91 LUONNON- KEIVITYÖ
12 LEVY- MUOTTITYÖ	22 BETONINOINTI	32	42	52 KEVYT- BETONI- ELEMENTTI- TYÖ	62 LEVITYÖ	72 KOVA MINERAALIVILLA	82 BITUMI- KERMI- ERISTYS	92 LASI- LEVY- TYÖ
13 KASETTI- MUOTTITYÖ	23 BETONIN JÄLKITYÖ	33 TERÄS- RUNKO- TYÖ	43 HARKKO- MURAAUS JA LADON- TA	53 METALLI- ELEMENTTI- TYÖ	63 PUU- VERHOUS	73 RUIKKU- ERISTYS	83 MUU KERMI- ERISTYS	93 MATTO- TYÖ
14 SUUR- MUOTTITYÖ	24 BETONI- PINTOJEN HIONTA	34	44	54 TIILI- ELEMENTTI- TYÖ	64	74 SOLU- MUOVI- ERISTYS	84 MUOVI- KALVO- ERISTYS	94 MUOVI-, LEVY- JA PROFIIL- LIT.
15 PÖYTÄ- MUOTTI- TYÖ	25	35 MUOTO- TANKOTYÖ	45 OHUT- RAPPAAUS	55	65 RAKENNU- S- PUUSEPÄN- TYÖ	75 KEVYT- SORA- ERISTYS	85 VALU- ERISTYS	95 MAALAU- S JA TAPE- TOINTI
16 KULMA- JA TUNNELI- MUOTTITYÖ	26 PINTA- BETONI- TYÖ	36 PELTITYÖ	46 RAPPAAUS	56 PUU- ELEMENTTI- TYÖ	66 LISTOITUS	76 KEVYT- BETONI- ERISTYS	86 METALLI- LEVY- ERISTYS	96
17 ERITYIS- MUOTTITYÖ	27 SEMENTTI- TYÖ	37 MUOTO- LEVITYÖ	47 TASOITE- TYÖ	57 ELEMENT- TIEN JÄLKITYÖ	67 HELOITUS	77 MUU LÄM- MÖN JA KÄMMEN ERISTYS	87	97
18 MUOTTIEN PURKU JA PUNDISTUS	28 BETONI- MASSAN VALMISTUS	38 MUU METALLI- TYÖ	48 LAATOITUS	58 ELEMENT- TIEN SAUNAU- S	68	78 PAPERI- ERISTYS	88	98
19	29	39	49	59	69	79	89	99

Kuva 4. Suoritusnimikkeet Talo 80 -järjestelmän mukaan. (Rakentajain Kustannus Oy, 1988, s. 99–100).

Valtaosa rakennusliikkeistä käyttää edelleen Talo 80 -nimikkeistöä. Uuteen Talo 2000 -nimikkeistöön ei olla vielä valmiita siirtymään, sillä se vaikuttaisi valtavasti esim. koko laskentaprosessiin ja yleiseen kommunikaatioon. Talo 80 -järjestelmässä kustannuslajittelu tapahtuu rakennus- ja/tai suoriteosittain riippuen aiemmin mainitusta laskentamenetelmästä. Järjestelmä toimii niin, että valitaan tietty rakennusosa (esim. pilari) ja jaotellaan se suoritteisiin (esim. muotit, raudoitus ja betonointi). Rakentamis- ja suoritusosan yhdistelmä voi olla esim. 32 11 (pilarin lautamuottityö) tai 32 21 (pilarin raudoitus).

Jotta eri rakennusosille saadaan hinta, pilkotaan jokainen rakennusosa suoritetasolle ja siitä edelleen panostasolle. Eri rakennusosalla voi olla useita suoritteita ja jokaisella suoritteella voi olla jälleen useita panoksia. Hinnoittelu tapahtuu panostasolla, mistä hinnat kertyvät jokaiselle suoritteelle, jolloin saadaan hinta itse rakennusosalle. Rakennusosat jaotellaan ja eritellään valitun nimikkeistön, esim. Talo 80 -nimikkeistön, mukaan. Tulevaisuudessa LMK:n omaperusteisessa asuntotuotannossa on tavoitteena, etenkin tietomallipohjaisella laskennalla, käyttää jo valmiiksi hinnoiteltuja rakennusosia ja rakennetyyppejä. Tämä ei ainoastaan nopeuttaisi laskentaa, vaan myös suunnittelua, sillä suunnittelijat saisivat käyttöönsä valmiita rakennetyyppejä eikä tarvitsisi suunnitella jokaiseen kohteeseen uusia rakenteita. Rakennetyypikirjaston hyödyntämistä omassa asuntotuotannossa käsitellään myöhemmin tässä opinnäytetyössä.

Kun hinnoitellaan suoritteita perinteisellä menetelmällä, on mietittävä ja valittava tietty kustannus- tai panoslaji suoritteelle. Kolme ensimmäistä panoslajia ovat:

1. Työpanos
2. Materiaalipanos
3. Aliurakkapanos

Kun tietyn rakennusosan rakentamiseen on käytössä omia rakennusmiehiä, valitaan työntekijöiden tunti- ja/tai urakkapalkkojen osalta panoslajiksi numero yksi ja materiaalien osalta panoslaji numero kaksi. Kun tietty rakennusosa suoritetaan alihankintana, valitaan panoslaji numero kolme. Silloin yleensä kustannukset sisältävät sekä työn että tarvikkeet. (Enkovaara, Haveri, Jeskanen, 1995, s. 71). Panosten hinnoittelussa lähteinä käytetään mm. jälkilaskentatietoja, ennakkotarjouksia, vuosisopimuksia.

KOODI		SELITE	MÄÄRÄTIEDOT		TYÖKUSTANNUS					HANKINTAKUSTANNUS				YHTEENSÄ	
RO	SUO		Määrä	Yks.	h/yks	h./yht	e/h	e/yks.	yht.e	KL	Hukka %	e/yks.	yht.e	e/yks.	yht.e
33		PALKKI XXX x XXX													
33	21	Raudoitus (120kg/m3)	1760	kg											
		- Aputyöt			0,003	5,28	16,5	0,0495	87,12	1				0,0495	87,12
		- Raudoitus A500HW								2	15	0,78	1578,72		1578,72
		- Raud. urak.asennus								3	15	0,38	769,12		769,12
		- Raud. rahti								3	15	0,024	48,576		48,576
															2483,536

Kuva 5. Palkin raudoituskustannukset panoksittain. (Ekman, 2012).

Kun hankkeelle on laskettu kustannusarvio, hintaa tarkastellaan kokonaiskustannuksena jaoteltuna rakennuksen bruttoneliönä (kustannukset/brm²) ja katsotaan pääryhmittäin (esim. Talo 80-nimikkeistön mukaan) ryhmien prosenttiosuuksia kokonaiskustannuksesta verrattuna muuhun vastaavanlaiseen hankkeeseen. Näillä menetelmillä varmistetaan laskennan laatu ja saadaan helposti käsitys kustannusarvion oikeellisuudesta.

2.4 Tavoitearvio ja kustannuseuranta

Urakoitsija budjetoi hanketta asettamalla kaikille hankkeille tavoitearvion, jossa käytetään jo aiemmin tehtyä kustannusarviota. Tavoitearvio on periaatteessa muokattu versio kustannusarviosta, jossa lasketaan kohteen teknisiä kustannuksia. Pääsääntönä on se, että tavoitearviossa tehdyt laskelmat eivät saa ylittää kustannusarviossa tehtyjä laskelmia (Enkovaara, Haveri, Jeskanen, 1995, s. 159).

Hankkeen kustannuseuranta tarkoittaa sitä, että seurataan hankkeen rakennusvaiheessa toteutuneita sekä vielä toteuttamattomia kustannuksia. Ideana on se, että aktiivisella toiminnalla pyritään pysymään tavoitearviossa reagoimalla nopeasti mahdollisiin kustannusylityksiin. (Lindholm, 2009, s. 40). Koska työmaalla on käytössä tavoitearviossa samalla tehtyjä hankintakohtaisia tavoitteita, ns. hankintapaketteja, voi työmaa helposti seurata kustannuksia. Jokaiselle litteralle on oma tavoite, joka verrataan toteutuneisiin kustannuksiin sekä vielä toteuttamattomiin kustannuksiin (ns. ennuste). Tuotot lisä- ja muutostöistä ovat myös tärkeitä, jotta pysytään projektin kustannustavoitteessa ja aikataulussa.

Jälkilaskennassa verrataan hankkeen tavoitearviota toteutuneisiin kustannuksiin pääryhmittäin esim. Talo 80 -nimikkeistön mukaan. Jälkilaskenta voi tapahtua hankkeen

rakennusaikana ja/tai hankkeen päätyttyä. Tieto, jota saadaan jälkilaskennassa, on yritykselle erittäin arvokasta. Laskettaessa uusia omaperusteisia kohteita, voidaan tuloksia verrata vanhoihin kohteisiin ja arvioida mikäli johonkin rakennusosaan tai suoritukseen on varattava enemmän tai vähemmän rahaa.

3 Tietomallin käyttö rakennustuotannossa

Tuotantopuolella tietomallin todellista ja tehokasta hyödyntämistä on alettu käyttää vasta viime vuosina. Vaikka suunnittelijoilla ohjelma on ollut aktiivisesti käytössä jo toistakymmentä vuotta, myös heillä mallien pääasiallisena käyttötarkoituksena on ollut alun perin tuottaa piirustuksia sekä luoda markkinointikuvia kohteesta. (Virit, 2012). Tekninen suunnittelu on tapahtunut pitkälti kaksiulotteisena.

Nykyään tilanne on täysin erilainen, sillä monet tilaajat vaativat tietomallin käyttöä hankkeissaan samalla, kun mallien laatuvaatimukset kasvavat koko ajan (Mäenpää, Janne). Tulevaisuudessa voimme olla varmoja siitä, että tietomallintamisen osaajia tarvitaan sekä suunnittelu- mutta etenkin myös tuotanto- ja huoltopuolella aiempaa enemmän. Siksi on tärkeää, että varsinkin oppilaitokset lisäävät tietomallin käyttöä eri kursseissa ja ohjelmissa, jotta pulaa tietomallin osaajista ei olisi tulevaisuudessa. Erilaisiin ohjelmiin olisi hyvä tutustua jo varhaisessa vaiheessa, mutta käytännön koulutusta tarvitaan yhtä lailla. Olisi myös toivottavaa, että rakennusalaa opiskelevat insinöörit ja arkkitehdit ymmärtäisivät itse miten paljon tietomallin osaamisesta on heille hyötyä tulevaisuuden eri haasteissa.

3.1 Tietomallintamisen edut

Tietomallintamista tullaan käyttämään tulevaisuudessa entistä enemmän. Siksi mallintamisen osaamista on kehitettävä edelleen ja samalla varmistettava ohjelmien toimivuus ja helppokäyttöisyys ohjelmistosuunnittelijoille kohdistuvien palautteiden avulla. Tietomallin avulla voidaan helpottaa tietojen käsittelyä ja nopeuttaa aikataulua, esim. määrä- ja kustannuslaskennassa. Koska tietomalli on myös 3D-malli, auttaa se rakennushankkeisiin osallistuvia myös paremmin hahmottamaan rakennuksen eri rakenteita ja ratkaisuja verrattuna 2D-suunnitelmiin, joissa kuvia tarkastellaan kaksiulotteisina. 3D-suunnitelmien tuoma havainnollisuus ja selkeys nopeuttavat ja helpottavat myös työmaan esisuunnittelua ja suunnittelun ohjausta sekä työmaan aikataulutusta että aikataulun ohjausta. Myös tilaajille ja rakennuttajille tietomalli on hyvä työkalu jo hankkeen alkuvaiheen päätösten tekemisessä. Ns. vaatimusmallilla rakennuttaja tai rakennusliike (omaperusteisessa asuntotuotannossa) voivat tehdä entistä tarkempia ja luotettavampia päätöksiä hankkeen käynnistämiseksi (Mäki, Rajala, Penttilä, 2010, s. 7).



Kuva 6. Onnistuneen tietomallintamisen hyödyt. Visuaalinen selkeys ja suuri tietosisältö ovat tietomallien tärkeimmät ominaisuudet. (Mäki, Rajala, Penttilä, 2010, s. 8).

Hyvästä ja oikein tehdystä mallista saatavat tiedot ovat urakoitsijalle erittäin arvokkaita. Tietomallin avulla rakentaja pystyy vastaamaan kireään aikatauluun ja laskemaan kustannuksia älykkäästi, tehokkaasti ja luotettavasti. Ero perinteisen ja tietomallipohjaisen määrälaskennan välillä on merkittävä, sillä perinteisessä määrälaskennassa tulokset ovat riippuvaisia suoraan määrälaskijan henkilökohtaisesta suorituksesta ja tarkkuudesta. Lisäksi perinteiseen määrälaskentaan menevä aika on moninkertainen tietomallipohjaiseen määrälaskentaan verrattuna. Tämä vaatii kuitenkin, että käytössä on virheetön tietomalli (Virit, 2012).

Määrätietojen lisäksi tietomallista saadaan muutakin yleishyödyllistä tietoa, joka voi vaikuttaa kustannuksiin merkittävästi. Kolmiulotteisuuden takia mallista nähdään heti, onko kohde vaikea toteuttaa ja joudutaanko tiettyjä kohteita, rakentamisvaiheita ja yksityiskohtia ottamaan huomioon hinnoittelussa korotettuina kustannuksina (Mäki, Rajala, Penttilä, 2010, s. 9).

Vaikka määrälaskenta muuttuu merkittävästi tietomallien takia, ei se välttämättä tarkoita, että määrälaskentatyö vähenisi. Tietomallipohjainen määrälaskenta elää edelleen murroskautta ja osa määristä joudutaan laskemaan perinteisin menetelmin. Myös tulevaisuudessa perinteistä laskentaa tarvitaan, sillä kaikkea ei ole järkevää ja kannattavaa mallintaa (Virit, 2012). Määrälaskennan haasteet tietomallipohjaisessa määrä- ja kustannuslaskennassa nykyään sekä lähitulevaisuudessa ovat lukuisten tietomalliohjelmien hallitseminen normaalien laskentaprosessien lisäksi. Määrälaskentaan kehitellään kuitenkin jatkuvasti helppokäyttöisempiä ohjelmia, jolloin laskentainsinöörin ei tarvitse osata käyttää suunnittelijoiden mallinnusohjelmia (Virit, 2012). Suunnittelun ohjauksessa tärkeitä on vaatia ohjeenmukaisia malleja ja suunnitelmia sekä tuoda esiin uusilla työkaluilla vaihtoehtoisia ratkaisuja kustannusten säästämiseksi.

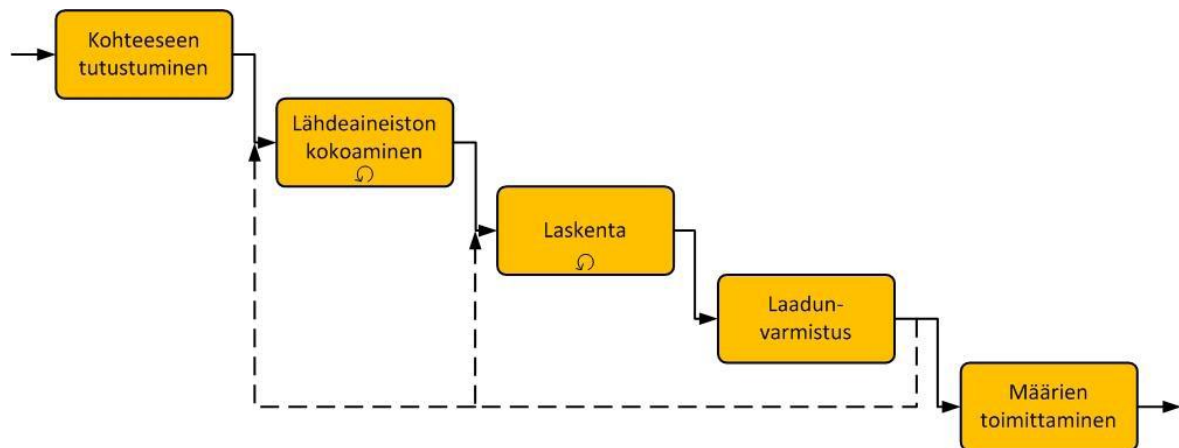
3.2 Yleiset tietomallivaatimukset - COBIM-hanke

Vuonna 2007 Senaatti-kiinteistöt julkaisi yhdeksän kappaleen tietomallivaatimus-sarjan vakinaistamaan koko rakentamisprosessin toimintaa. Vuosina 2011 ja 2012 tietomallivaatimus-sarjojen sisältöä laajennettiin ja neljä uutta osaa julkistettiin. Nämä uudet laajennukset koskivat rakentamista, ylläpitoa, projektin johtamista sekä energia-analysointia. (Tekla Finland, 2012). Yleiset tietomallivaatimukset 2012 ovat:

- Osa 1 – Yleinen osuus
- Osa 2 – Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3 – Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4 – Talotekninen suunnittelu
- Osa 5 – Rakennesuunnittelu
- Osa 6 – Laadunvarmistus
- Osa 7 – Määrälaskenta
- Osa 8 – Havainnollistaminen
- Osa 9 – Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
- Osa 10 – Energia-analyysit
- Osa 11 – Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Osa 12 – Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
- Osa 13 – Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa (RT 10-11066).

COBIM-hankkeen tarkoituksena on saada lisättyä tietomallin hyödyntämistä rakentamisen kaikissa osa-alueissa, samalla kun vaatimukset määrittelevät mitä ja miten rakennusta tulee mallintaa. Tarkoituksena on siis myös se, että rakentajat saisivat käyttöönsä parempia malleja, joissa virheiden määrä on pienempi. Silloin erilaisiin ristiriitaisuuksien selvityksiin menisi vähemmän aikaa. (Tekla Finland, 2012). Työn alla on myös 14. osa, jossa ohjeistetaan tietomallin hyödyntämistä rakennusvalvonnassa. Kyseinen osa on pitkään toivottu ja viimeistään tämä luulisi vauhdittavan tietomallien käyttöä rakentamisessa. (Virit, 2012).

Yleisten tietomallivaatimusten seitsemännessä osassa on otettu mm. esiin tärkeimmät vaatimukset rakennuksen tietomalleille määrälaskentänäkökulmasta. Jotta mallia voidaan hyödyntää tehokkaasti määrälaskennassa, on mallin oltava mm. johdonmukainen ja suunnittelijan on aina kirjattava tietomalliselostukseen mallin erilaiset puutteet ja epäkohdat. Tietomalliselostusta ylläpidetään koko suunnittelun ajan ja julkaistaan yleensä mallin julkaisun yhteydessä esim. projektipankkiin. Malli on myös rakennettava niillä työkaluilla, joilla määrät saadaan siirrettyä helposti ja tehokkaasti kustannuslaskentaohjelmiin. (RT 10-11072). YTV:n seitsemännessä osassa on myös esitetty minkälaista määrälaskentaprosessia on hyvä noudattaa tietomallia hyödynnettäessä.



Kuva 7. Kuva esittää miten tietomallipohjaisessa laskentaprosessissa tehtävät tulisi järjestää. (RT 10-11072).

Kun uusia hankkeita tietomallinnetaan, voidaan mallia hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan erilaisissa huolto- ja ylläpitotoiminnoissa. Myös silloin, kun rakennusta aiotaan mahdollisesti korjata elinkaaren lopussa, voidaan tietomallia hyödyntää

tehokkaasti. Ylläpitomallista saatavat hyödyt ovat mm. eri rakennusosien ja laitteistojen määräluettelot, tilaluettelot, laajuustiedot, opasteet ja huoltokartat. Lisäksi ylläpitomalli voi toimia asunnon huoltokirjan osana vuokraustoimintaa harjoittaessa tai erilaisia huoltotoimenpiteitä suorittaessa (RT 10-11068).

3.3 Tietomallinnusohjelmat

Nykyään on paljon erilaisia mallinnustyökaluja, jotka kattavat kaikki tarpeet sekä suunnittelussa että tuotannossa. Vaikka eri rakennusliikkeissä ja eri toimialoilla käytetäänkin omia työkaluja mallintamiseen ja mallin hyödyntämiseen, jokaiselle mallinnusohjelmalle löytyy yleensä yhteensopivia kustannuslaskentaohjelmia. Esimerkiksi TCM iLink-tiedonsiirtosovellus on kehitetty juuri ArchiCad-, Revit- ja Tekla-suunnitteluohjelmia varten.

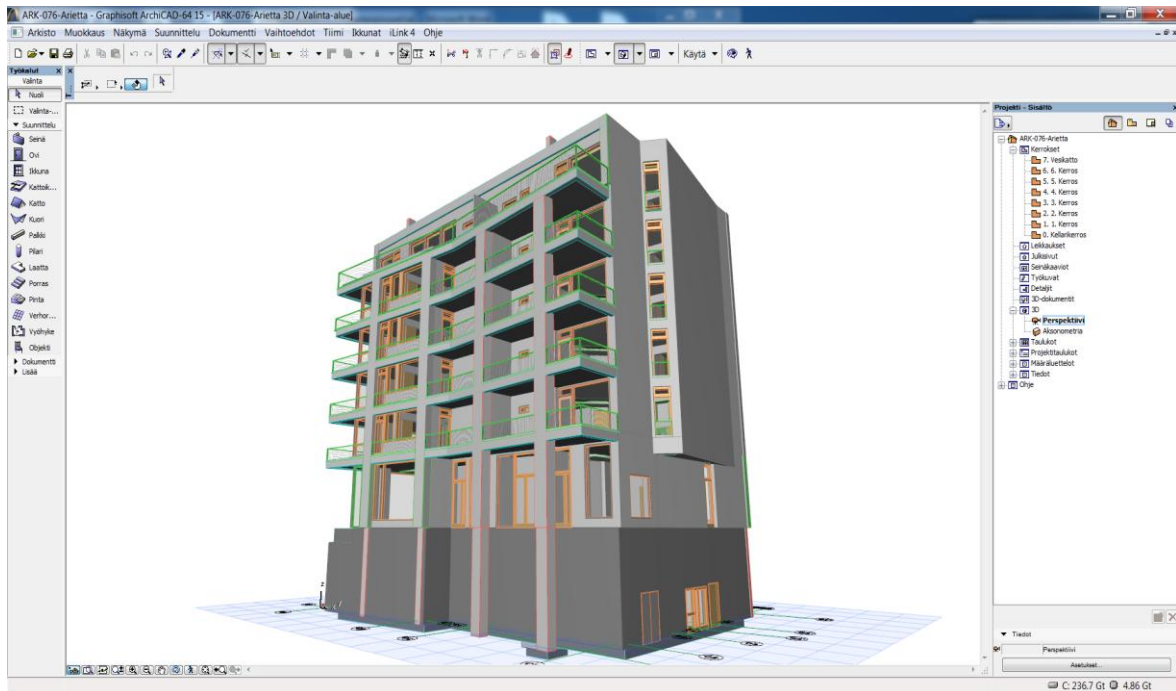
Sopivan mallinnustyökalun valitseminen riippuu paljolti toimi- ja suunnittelualasta. Määrälaskennassa sopivimmat ja helppokäyttöisimmät ohjelmat ovat arkkitehtipuolella ArchiCad ja Revit. Vaikka Solibri on kehitetty lähinnä mallin yleiseen tarkasteluun, erilaisten rakenteiden törmäystarkasteluihin ja mallin kommentointiin, on kyseistä ohjelmaa käytetty myös määrälaskennassa mallin laadun varmistamiseksi. Laskennan laatu ja tehokkuus ovat suoraan riippuvaisia ohjelmiston ominaisuuksista, minkä huomaa etenkin siinä vaiheessa, kun mallia päivitetään ja määriä ja kustannuksia joudutaan muuttamaan.

Oman asuntotuotannon laskentavaiheessa arkkitehtimallia hyödynnetään eniten. Rakennemalli olisi tietyissä tilanteissa hyvä käyttää, sillä siitä saadaan tarkempia tietoja esim. palkkien ja pilareiden profiileista. Yleensä arkkitehtimallista löytyy kuitenkin esim. samoja kantavia rakenteita kuin rakennemallista. Tässä tapauksessa on päätettävä, mistä mallista tiettyjen rakennusosien määrät lasketaan päällekkäisyyksien välttämiseksi. Pääsääntönä voidaan pitää, että määrät lasketaan aina siitä mallista, jossa määrätieto on tarkin, kattavin ja laadukkain (RT 10–11072). Ongelmana on yleensä tiukka aikataulu, mikä tarkoittaa sitä, että laskenta tapahtuu heti ARK-suunnitelmien valmistuttua. On jopa ehdotettu ja pidetty järkevänä, että malliin piirrettäisiin ainoastaan esim. ensimmäisen kerroksen väliseinät, jonka jälkeen kerrosten lukumäärää käytettäisiin kertoimena väliseinien kokonaismäärien laskennassa (RT 10–11072). Kyseinen toiminta säästäisi tietysti aikaa suunnittelussa, mutta tietomallin perimmäinen idea olisi silloin unohtunut täysin.

Tulevaisuudessa toivotaan tietomalliohjelmilta etenkin monipuolisuutta tuotannon eri vaiheissa mutta myös helppokäyttöisyyttä. Voidaan uskoa, että näihin vaatimuksiin ohjelmistotuottajat pystyvät vastaamaan. Jotta helppokäyttöisyys toteutuu, on myös tärkeää, että arkkitehdit ja suunnittelijat ymmärtävät suunnitella kohteita määrälaskennan näkökulmasta. Tässä yleiset tietomallivaatimukset (YTV 2012) ovat hyvä lähtökohta, mutta myös ohjelmakohtaisia koulutuksia ja lisäohjeita tarvitaan (Kipinäinen, 2012). Tietomalli ilman hyvää määrätietoa on pelkkä normaali kolmiulotteinen malli, jollaista ei valitettavasti pystytä hyödyntämään määrä- ja kustannuslaskennassa.

3.3.1 ArchiCAD

ArchiCad on Graphisoftin kehittämä ja arkkitehtien paljon käyttämä rakennus-suunnitteluohjelma. Vaikka työkalu on pääsääntöisesti tarkoitettu arkkitehdeille ja rakennus-suunnittelijoille, myös sisustus-suunnittelijat ja talotehtaat ovat nähneet ohjelman mahdollisuuksia. Rakennusmallin avulla pystytään esim. työmaalla tekemään työmaasuunnitelmia ja määräluetteloita. Määrä- ja kustannuslaskennassa ohjelma on käytössä kaikista tietomalliohjelmista eniten varsinkin sen helppokäyttöisyyden takia. Lisäksi ArchiCad-ohjelmalla on Suomessa oma tukikeskus, joka auttaa käyttäjiä erilaisissa ongelmatilanteissa. Suunnittelijoilta ohjelma on saanut paljon kiitosta, sillä samalla, kun piirrat tai päivitet yhtä piirustusta, syntyvät ja päivittyvät rakennuksen muut piirustukset esim. leikkaukset ja julkisivut. Tämän takia ArchiCad on erittäin kilpailukykyinen muihin piirustusohjelmiin verrattuna. (Kempainen, 2012).

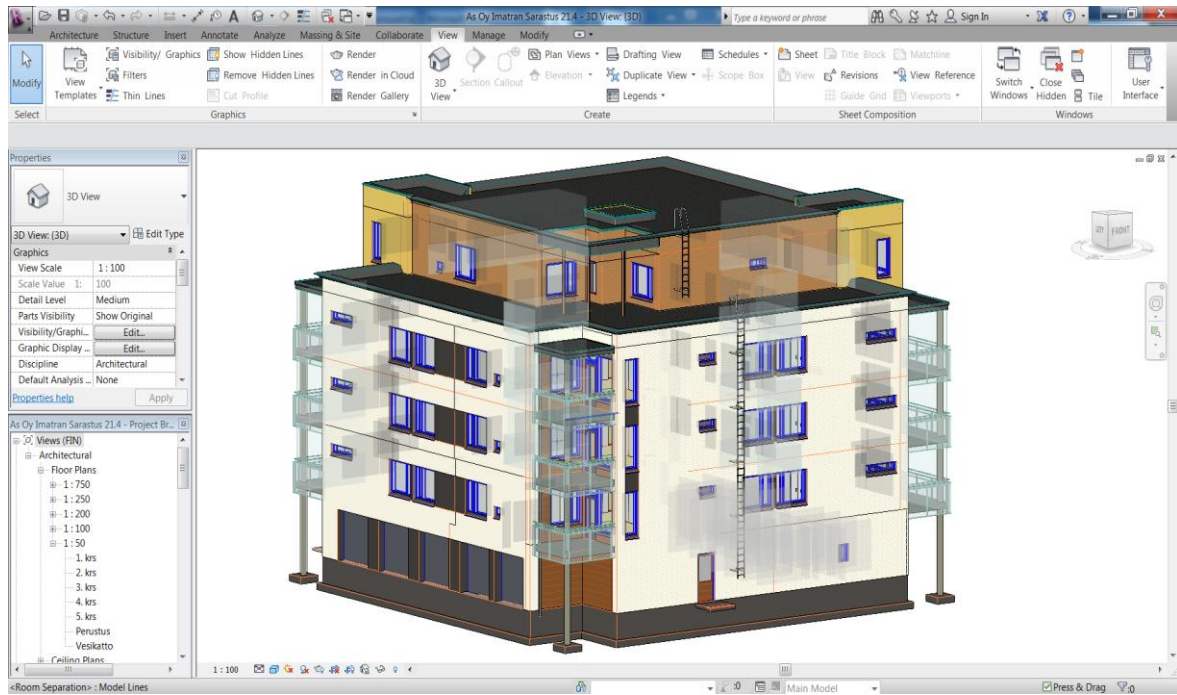


Kuva 8. Näkymä rakennuksesta ArchiCad-ohjelmalla (arkkitehtimalli, As Oy Arietta). (Ekman, 2012).

3.3.2 Revit Architecture

Autodesk on vuonna 1982 perustettu suunnitteluohjelmistoyritys. Yritys on erityisen kuuluisa AutoCad 2D-ohjelmista, jotka ovat jo pitkään olleet suosittuja suunnittelijoiden kesken (Autodesk, 2012). Revit-ohjelmisto eroaa perinteisestä AutoCad-ohjelmasta siinä, että Revit-ohjelmassa suunnittelu tapahtuu kolmiulotteisena ja lisäksi malliin kertyy esim. määrätietoa, jota pystytään hyödyntämään tarjouslaskennassa. Lisäksi on mahdollista tehdä törmäystarkasteluja Revit-ohjelman laajennusosilla (Autodesk, 2012). ArchiCad-ohjelmaan on myös saatavana lisäsovellus ohjelman sisäiseen törmäystarkasteluun.

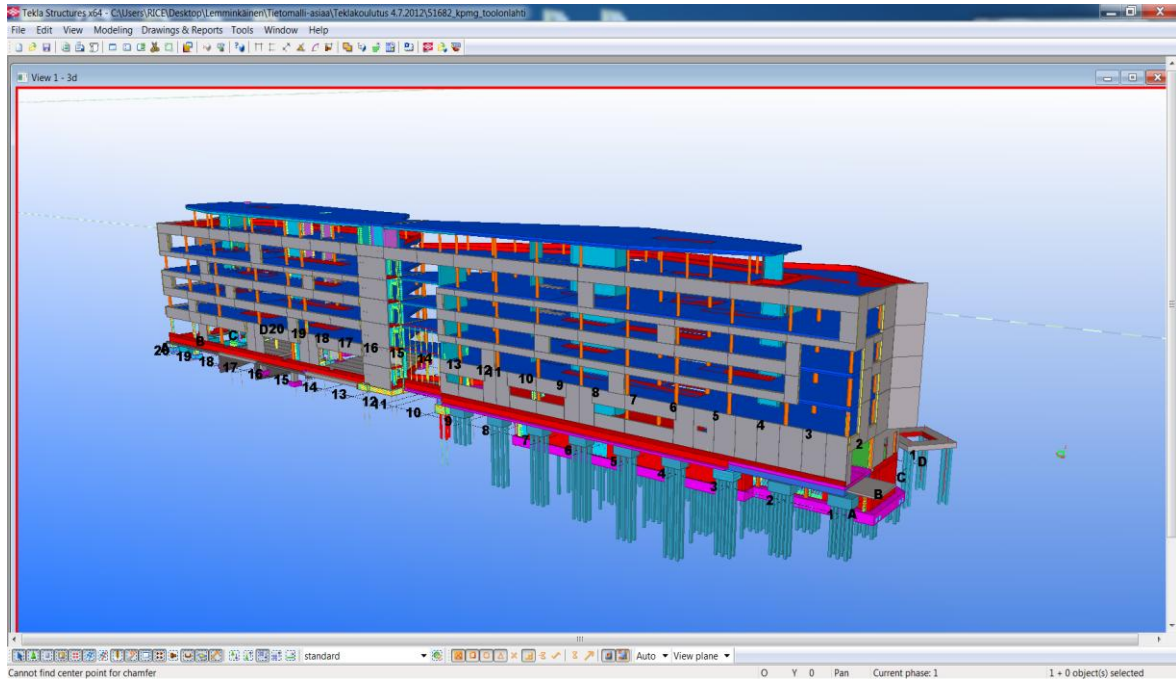
Kun verrataan Revit-ohjelmaa ArchiCad-ohjelmaan, ero on määrälaskentanäkökulmasta pieni, vaikka ArchiCad-ohjelmaa käytetäänkin LMK:ssa eniten. Yksi syy ArchiCad-ohjelman suosioon on sen helppokäyttöisyys. ArchiCad-ohjelmaan on tehty enemmän tavaratoimittajien objekteja, esim. ikkunoita, ovia, portaita ja kalusteita. Lisäksi moni suunnittelija käyttää suunnittelussaan kyseistä ohjelmaa ja siksi on luontevaa, että määrä- ja kustannuslaskenta tapahtuu myös samalla ohjelmalla käänösvirheiden minimoimiseksi. Myös ohjelman suomenkielisyys ja Suomessa sijaitseva ja palveleva tukikeskus on ollut iso syy siihen, miksi ArchiCad-ohjelmaan on päädytty (Partanen, Virit, 2012).



Kuva 9. Näkymä rakennuksesta Revit-ohjelmalla (arkkitehtimalli, As Oy Imatran Sarastus). (Ekman, 2012).

3.3.3 Tekla Structures

Tekla on vuonna 1966 Suomessa perustettu ohjelmistoyritys, joka tuottaa nykyään erilaisia ohjelmia sekä suunnittelijoille että rakennusliikkeille. Tekla on jakanut liiketoimintansa kahteen alueeseen: Building & Construction ja Infra & Energy (Tekla Oyj, 2012). Teklan ohjelmista Tekla Structures on käytössä rakennusliikkeessä lähinnä työmaalla. Laskennassa rakennemallien hyödyntäminen on toistaiseksi vähäistä, koska laskentavaiheessa ne eivät ole vielä kyllin valmiita. Tekla Structures -ohjelmistoa käytetään LMK:n työmailla esim. visuaaliseen tarkasteluun, töiden aikataulutuksiin, rungon hankintoihin ja yleiseen viestintään (Partanen, Virit, 2012). Tekla Structures -ohjelmistolla voidaan vertailla suunniteltuja että toteutuneita aikatauluja keskenään ja luoda presentaatio suunnitelluista töistä että jo toteutuneista töistä. Tekla on erittäin tärkeä työkalu, jolla kasvatetaan koko tietomalliprosessin arvoa.



Kuva 10. Näkymä rakennuksesta Tekla Structures-ohjelmalla (rakennemalli, KPMG Töölönlahti). (Ekman, 2012).

3.4 Määrä- ja kustannuslaskentaohjelmat

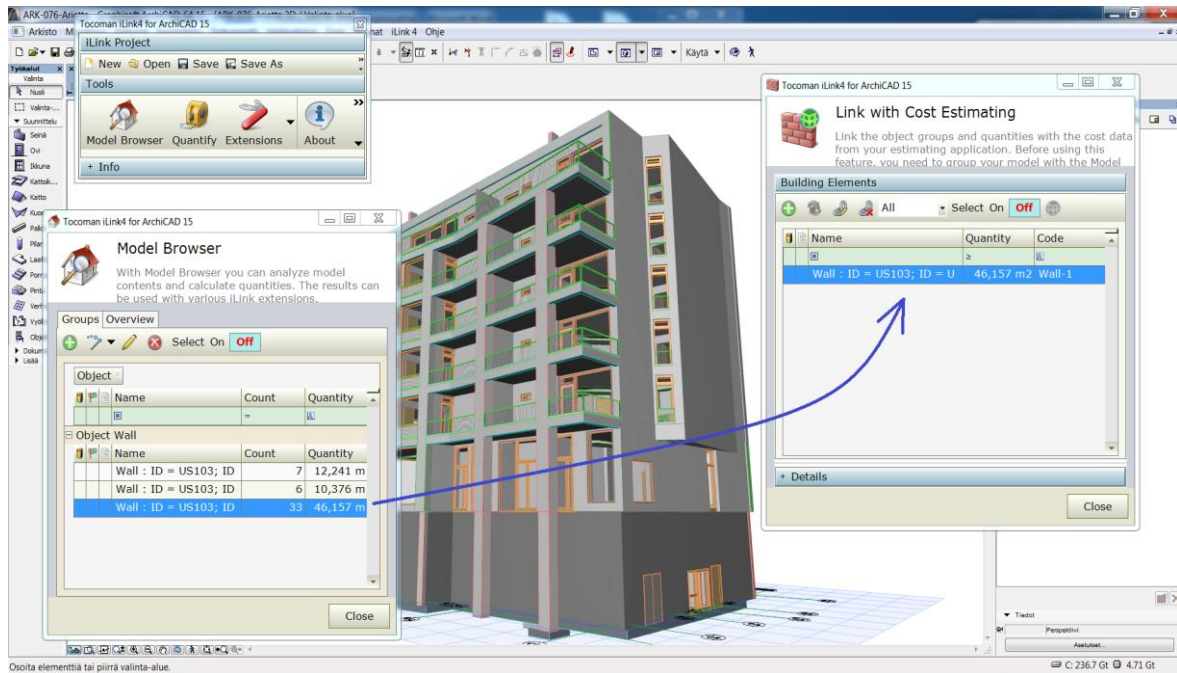
Jokaisessa rakennusliikkeessä on käytössä omaan tuotantoon sopivimmat kustannuslaskentaohjelmat ja ohjeet, miten tiedot siirretään tehokkaasti mallista kustannuslaskentaohjelmaan. Tulevaisuudessa voimme olla varmoja siitä, että kattavampaa ohjelmistoa tarjoavat ohjelmistotuottajat ovat vahvoilla. Siksi ohjelmistotuottajien on vastattava ja reagoitava nopeasti erilaisiin ehdotuksiin ja palautteisiin, jotka tulevat suoraan käyttäjiltä. Tällä hetkellä moni isompi rakennusliike toivoo laskentaohjelmistoilta etenkin helppokäyttöisyyttä. Samalla toivotaan myös, että kaikki laskentaan liittyvät toimenpiteet voidaan tehdä yhdellä ohjelmalla (mallin yleinen käsittely, määrä- ja kustannuslaskenta, mahdolliset korjaukset jne.). Työmaalla on toivottu lisää ohjeistuksia siihen, miten pystyttäisiin hyödyntämään tehokkaammin määrälaskennassa suoritettuja laskelmia työmaan hankinnoissa ja työaikataulutuksissa. Tämä on mahdollista, mutta johtaisi todennäköisesti laskentaprosessin muutokseen koskien määrien julkaisua (Virit, 2012).

3.4.1 Tocoman

Tocoman on Suomessa erittäin tunnettu rakennus- ja kiinteistöalan ohjelmistotuottaja. Tocoman on perustettu vuonna 1989 tarjoamaan IT-ohjelmistoja ja kustannustietoa sekä rakennusalan yrityksille että valtiolle ja kunnallisille organisaatioille. Tocoman tarjoaa ohjelmistojen lisäksi myös laskentapalveluja rakennusyrityksille. Tocomanin laskentapalveluihin kuuluvat mm. kustannus- ja määrälaskenta, kannattavuuslaskenta ja kiinteistön ylläpidon laskenta (Tocoman Services Oy). Näitä palveluita rakennusyritys käyttää etenkin kilpailu-urakoinnissa aikataulullisesti kireässä tarjouslaskentavaiheessa. Rakennusyritys saa laadukkaita määriä nopeasti ja siten laadukkaita ja taloudellisia lopputuloksia omille rakennushankkeille ja hankkeiden kustannuksille.

Tocoman iLink

Tocoman ohjelmilla pystytään normaalin kustannuslaskennan ja kustannuseurannan lisäksi siirtämään tietoa esim. paperikuvien digitoinnin avulla ohjelmistoon. Tällä hetkellä myös iLink-tiedonsiirtosovellus on kovassa käytössä. Tocoman iLink-mallinnusohjelman lisäsovelluksella voidaan analysoida ja siirtää tietomallista määriä ja tietoa Tocoman PRO-kustannuslaskentaohjelmaan hinnoittelua varten. Määrien siirto kustannuslaskentaohjelmaan tapahtuu joko rakenne- tai suoritetasolla, riippuen suunnittelun vaiheesta. Jos suunnittelu on vielä alkuvaiheessa, määrien hakeminen ja linkitys tapahtuu rakennusosittain. iLink-lisäsovellus voidaan asentaa mm. ArchiCad-, Tekla Structure CM - ja Revit-ohjelmiin.



Kuva 11. iLink tiedonsiirtosovelluksen avulla määrien siirtäminen kustannuslaskentaohjelmaan tapahtuu tehokkaasti ja älykkäästi. (Ekman, 2012).

Tocoman EasyBIM

Tocoman on julkaissut paljon rakennusalalla toivotun IFC-standardiin (Industry Foundation Classes) perustuvan laskentasovelluksen. Uuden, iLink-sovelluksen korvaavan, ohjelman avulla määrien siirtäminen on entistä loogisempaa ja nopeampaa. Analysointi, ryhmittely, määrälaskenta jne. tapahtuu ainoastaan yhdellä ohjelmalla eikä ylimääräisiä tiedonsiirtoja tarvitse tehdä tietomalliohjelmasta kustannuslaskentaohjelmaan (iLink). IFC on yleinen tiedonsiirtostandardi, joka on kehitetty yhdistämään eri suunnittelualoja samaan malliin ja lisäksi tallentamaan ja siirtämään mallin tietoa riippumatta ohjelmasta (Romo, Varis, 2004). IFC:n käytön ongelmana on vielä tiettyihin ohjelmiin kohdistuva epätarkkuus määrälaskentanäkökulmasta ja on suositeltavaa, että määrälaskennassa käytettäisiin suunnittelijoiden natiivimalleja, jossa määrätiedot ovat tarkempia (RT 10–11072). Mikäli IFC-tiedosto importoidaan eri ohjelmalla kuin millä se on suunniteltu, riski joidenkin määrätietojen häviämiseen on suuri koska ohjelma ei tunnista kaikkia mallissa olevia tunnuksia. Laskennan helppous ja tarkkuus on kuitenkin pitkälti kiinni tietomallien rakenteesta ja laadusta. (Aroalho, 2012).

3.4.2 Vico Office (BIM 5D)

Vico Office on Vico Software -yrityksen yksi ohjelmistopaketti, johon pystytään julkaisemaan arkkitehtimalli ja saamaan ohjelman kautta paitsi määrät myös aikataulut. Yleensä puhutaan myös 5D-suunnittelusta, jossa määrätieto on neljäs ja aikataulu mallin viides ulottuvuus. Vico Office-ohjelmistossa löytyvät vastaavanlaiset ominaisuudet kuin esim. iLink-tiedonsiirto-sovelluksessa tai EasyBIM-sovelluksessa. Määrät voidaan julkaista eri kriteerein, esim. lohkoittain, kerroksittain tai itse määritetyllä tavalla. Tämä ominaisuus on paljon kaivattu työmaalla, sillä työmaa ei ole aina kiinnostunut kokonaismäärästä vaan usein sijaintimääritetyistä määristä aikatauluttamisen ja hankintojen takia. Vico Office-ohjelman avulla tarkoituksena on suorittaa kustannuslaskelmia käyttäen hyväksi LMK:n omaa reseptikirjastoa, minkä jälkeen voidaan samassa ohjelmassa suorittaa aikataulutehtäviä ja esittää niitä esim. vinoviiva-aikatauluina.

Vico Office-ohjelmaa on käytetty LMK:ssa jo muutaman vuoden ajan joillakin työmailla. Ongelmia on ollut mutta ohjelmaa on kehitetty valtavasti vuosien aikana ja kyseisessä ohjelmassa on todettu nykyään olevan potentiaalia sekä tarjouslaskennassa että työmaalla suurissa ja vaikeissa kohteissa. (Terävä, 2012). Suurin ongelma tässä on se, että ohjelma vaatii tietokoneilta paljon tehoa, sillä ohjelman on huomattu olevan raskas käyttää. Tocomanilla on myös erilaisia sovelluksia (TCM Planner, TCM Selain jne.), joilla voidaan suorittaa samat tehtävät kuin Vico Office-ohjelmistolla. Koska Tocomanin ohjelmat koostuvat eri yksittäisistä sovelluksista, tämä ei vaadi yhtä paljon tehoa tietokoneilta.

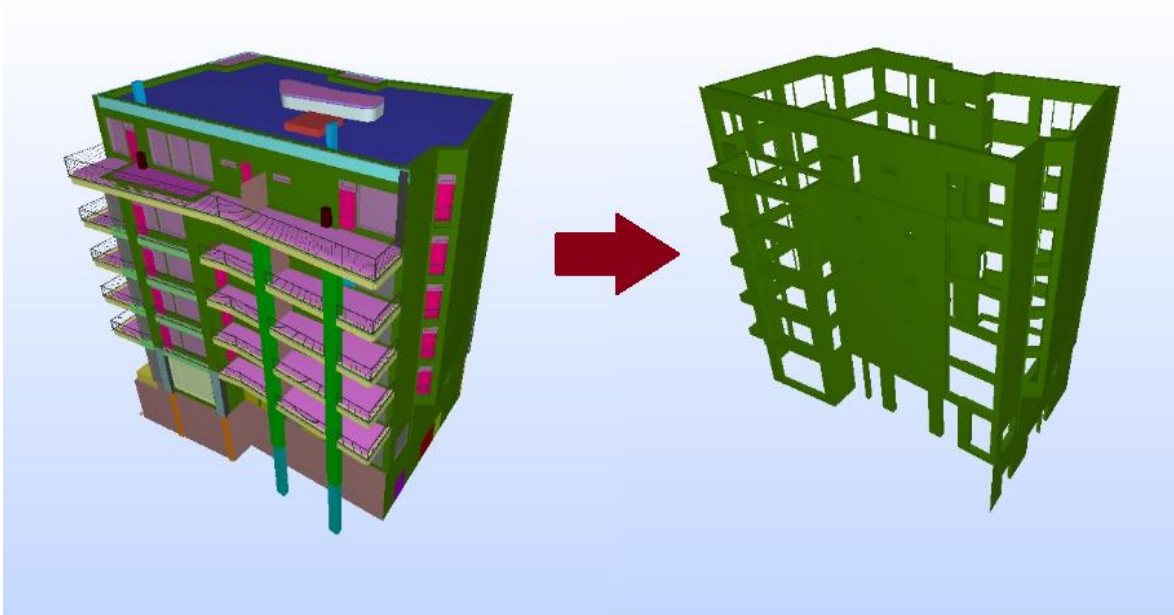
Vico Office on laaja ja monipuolinen ohjelma, jossa ominaisuuksia riittää. Koulutuksilla ja aktiivisella koekäytöllä myös tällaisten isojen ja monipuolisten ohjelmien käyttöönottokynnys pysyy matalana ja näin saadaan suhteellisen helposti koulutettua uusia ohjelmien käyttäjiä. (Terävä, 2012).

4 Tietomallista saatavien määrien ongelmat ja mahdollisuudet

Määrä- ja kustannuslaskentanäkökulmasta mallit ovat nykyään täysin erilaisia. Joidenkin kohteiden suunnittelijat pistävät enemmän aikaa kohteen mallintamiseen, kun taas toiset suunnittelijat pitävät perinteistä suunnittelua parempana eivätkä näe mallien tuomia hyötyjä. Jotta mallia voitaisiin tulevaisuudessa hyödyntää aiempaa enemmän ja tehokkaammin, on painopiste siirrettävä myös osin omaan suunnittelun ja mallintamisen ohjaukseen. Ohjauksen tarkoituksena on myös määrä- ja kustannuslaskentanäkökulmasta esittää organisaation vaatimuksia kohteen mallinnukselle. Hyvällä ohjauksella voidaan vaikuttaa suoraan malliin ja sen laatuun, mikä taas johtaa tehokkaampaan laskentaprosessiin (Mäenpää, Jarkko, 2012).

4.1 Hyödyt ja mahdollisuudet laskentanäkökulmasta

Nykyään mallista saadaan irti määriä, jotka edustavat Talo 80 -nimikkeistössä pääsääntöisesti pääryhmiä 2, 3, 4, 5 eli perustukset, runko- ja täydentävät rakenteet sekä pintarakenteet. Hyvän tietomallin tuoma hyöty tässä on, että julkaistut määrät ovat erittäin tarkkoja. Kun malli on tarkistettu ennen tiedon hakua ja siirtoa, perinteiseen määrälaskentaan verrattuna virheiden määrä on oleellisesti pienempi. Tietomallista haetut määrät voidaan julkaista rakennuksittain, lohkoittain, kerroksittain jne., mikä hyödyttää jälleen työmaata ja työmaan suunnittelua. Tärkeä ominaisuus tietomallipohjaisella laskennalla on myös se, että ohjelmistot tarvittaessa ilmoittavat mitkä rakennusosat on jo laskettu ja mitkä eivät (esim. kun mallia päivitetään). Lisäksi tarkasteltaessa mallia visuaalisesti nähdään heti puuttuuko laskelmista joitakin määriä.

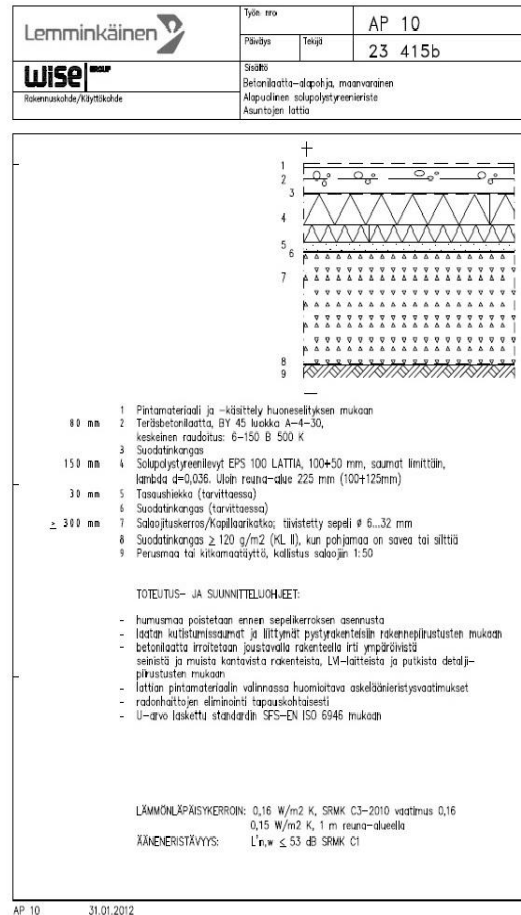
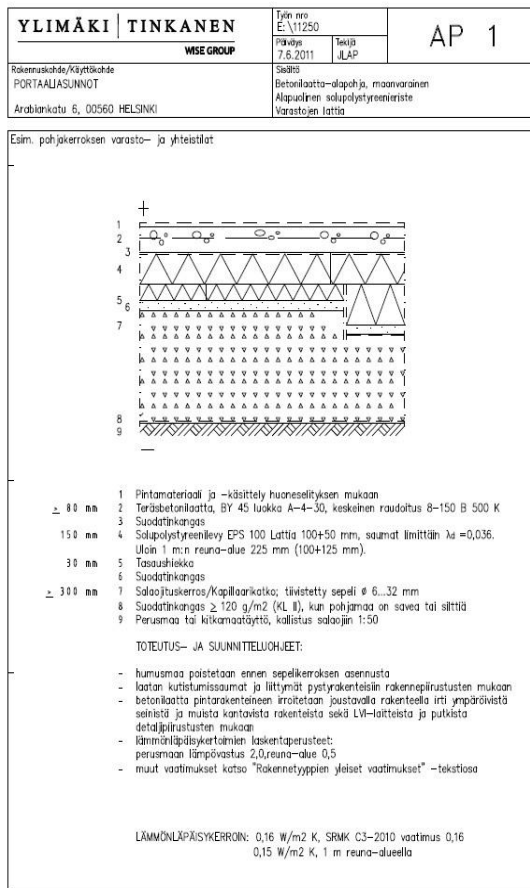


Kuva 12. Eristämällä visuaalisesti pois rakenteita mallista nähdään helposti ja nopeasti ovatko esim. kaikki ulkoseinät mukana jo siirretyissä määrissä. (Ekman, 2012).

LMK:n omassa asuntotuotannossa taloteknisten määrien ja kustannusten laskeminen ei tapahdu mallin avulla vaan käyttämällä viitehankkeita ja tunnuslukuja (esim. €/bruttom²/as.kpl). Talotekniikkamallia käytetään kuitenkin suunnittelussa, esim. törmäystarkasteluissa, ja työmaalla, esim. asennuksissa (Filppula, 2012). Kun mietitään kuinka suuri osa rakennuksen kustannuksista saadaan irti mallin avulla, on tämä korkeintaan n. 40 %. Käytännössä mallista ei kustannusnäkökulmasta voi saada enempää irti, sillä iso osa kustannuksista perustuu rakennuttajan, em. talotekniikan sekä työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksiin. Näissä alueissa ei kustannuslaskennassa varsinaisesti hyödynnetä tietomallia, vaikka työmaan suunnittelussa käytetään kuitenkin apuna tietomallia mm. visuaalisissa tarkasteluissa.

Monissa asuntokohteissa samantyyppiset rakennetyypit toistuvat kohteesta kohteeseen. Tietty ulkoseinä, esim. US1, voi esiintyä myös toisessa täysin erilaisessa kohteessa esim. tyyppinä US4. Omissa asuntokohteissa tätä voidaan hyödyntää tehokkaalla tavalla kohteen kustannuslaskennassa (Virit, 2012). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että LMK:lla on jo valmiiksi yleensä kohteesta toiseen toistuvat rakenteet suoritteineen ja panoksineen (eli hintoineen). Kun laskentaan tulee kohde näillä rakenteilla, voidaan ne helposti hakea

mallista ja hinnoitella valmiilla resepteillä, kuitenkin huomioiden ko. kohteen ominaispiirteet.



Kuva 13. Kuvassa näkyvät keskenään identtiset rakennetyypit. Vasemmalla on yksi LMK:n kohteessa oleva alapohjatyyppejä. Oikealla on taas kyseistä rakennetyyppejä vastaava, LMK:n omista resepteistä haettu, alapohjatyyppejä. (Ekman, 2012).

Tarkoituksena on, että suunnittelijoille annetaan LMK:n omat rakennetyypit, joita he käyttävät kohteen suunnittelussa (Virit, 2012). Tämä vähentäne suunnittelukustannuksia ja suunnitteluun menevää aikaa, sillä suunnittelijan ei tarvitsisi miettiä, minkälaisia rakenteita kohteeseen tulisi. Kun suunnittelijoille annetaan myös valmiit ohjelmisto-pohjat (esim. ArchiCad-pohja), josta löytyvät kyseiset rakenteet rakennetyypiluettelossa, myös määrien hakeminen ja siirtäminen myöhemmin kustannuslaskentaohjelmaan on helpompaa ja nopeampaa. Suunnittelijoiden tehtäväksi jäisi ainoastaan poimia oikeat rakenteet luettelosta, esim. seinää piirtäessä. Tämän jälkeen joko suunnittelija tai mallinnuskoordinaattori tekisi mallille tarkistuksen, jossa Solibri-ohjelmistossa tehdyillä

säännöstoilla tarkistettaisiin, ettei rakennuksesta löydy tuntemattomia rakennetyyppejä, törmäyksiä, päällekkäisyyksiä jne.

Reseptikirjastoa voidaan hyödyntää muuallakin kuin omassa asuntotuotannossa. Kilpailu-urakoinnissa voitaisiin tehdä aluksi Excel-pohjainen taulukko ja verrata rakennetyyppejä keskenään (katso kuva 13). Reseptikirjastosta haettaisiin tämän jälkeen kohteen rakennetyyppejä vastaava LMK:n oma rakennetyyppi ja hinnoiteltaisiin rakenne sen mukaan. Niissä kohteissa, jossa ei ole vielä käytetty LMK:n omaa rakennekirjastoa suunnittelussa, on huomattu, että 60 – 70 % rakennekirjaston rakennetyypeistä täsmää kohteen rakennetyyppeihin.

Reseptikirjaston myötä kohteen kustannuslaskenta nopeutuu merkittävästi. Tällä hetkellä jokainen rakennetyyppi on pilkottava suoritteisiin ja hinnoiteltava erikseen. Tämä laskentatapa vie aikaa, kun vaihtoehtona olisi tehokkaampi ja kannattavampi ratkaisu.

4.2 Tietomallin muut hyödyt tuotantoprosessissa

Tietomallia voidaan hyödyntää myös muualla kuin määrä- ja kustannuslaskennassa. Tämä on erittäin hyvä asia, sillä tämä helpottaa merkittävästi kommunikointia, kun määrälaskennassa käytettyä mallia käytetään myös itse rakennusvaiheessa. Tietomallinnuksen avulla kaikki tieto materiaaleista löytyy samasta tietokannasta ja lisäksi nämä tiedot ovat aina sekä ajan tasalla että tarkistettuja. Eri suunnittelualojen yhteensovittaminen helpottuu, kustannustehokkuus lisääntyy ja tiedonsiirto eri osapuolten välillä paranee. (Partanen, 2012).

Työmaalla tietomallin hyödyntäminen näkyy selvästi mm. aikataulutuksissa ja töiden suunnittelussa. Tietomallin avulla voidaan helposti havainnollistaa työntekijöille vaativia rakenteita ja yksityiskohtia, mikä vähentää työmaalla tapahtuvia rakennusvirheitä. Järjestelmä on hyvä työkalu myös kohteen elementtien listauksissa, hankinnoissa, raportoinnissa ja asennuksissa. Mallin avulla voidaan tehdä työmaan alue- ja turvallisuus-suunnitelma, jossa malliin lisätään työmaatoimistojen, aitauksien, torninostureiden, jätteiden keräämispisteiden sijainnit jne.

Yhdistämällä eri suunnittelualojen malleja, voidaan helposti nähdä esim. törmäystarkastelun avulla onko joitakin rakenteita, jotka törmäävät keskenään. Mallin avulla on helppo löytää vaihtoehtoisia ratkaisuja, esim. talotekniikan asennuksille (Filppula, 2012). Rakentamisvaiheessa on kuitenkin tärkeää muistaa, että mallista löydetyt

viat ja puutteet korjataan itse mallissa, jotta mallia voidaan hyödyntää myös rakennuksen valmistumisen jälkeen erilaisissa ylläpitotehtävissä. Näin omistajilla ja käyttäjillä on käytössään aina ajantasaiset ja oikeat tiedot kohteesta.

4.3 Ongelmat ja riskit laskentanäkökuilmasta

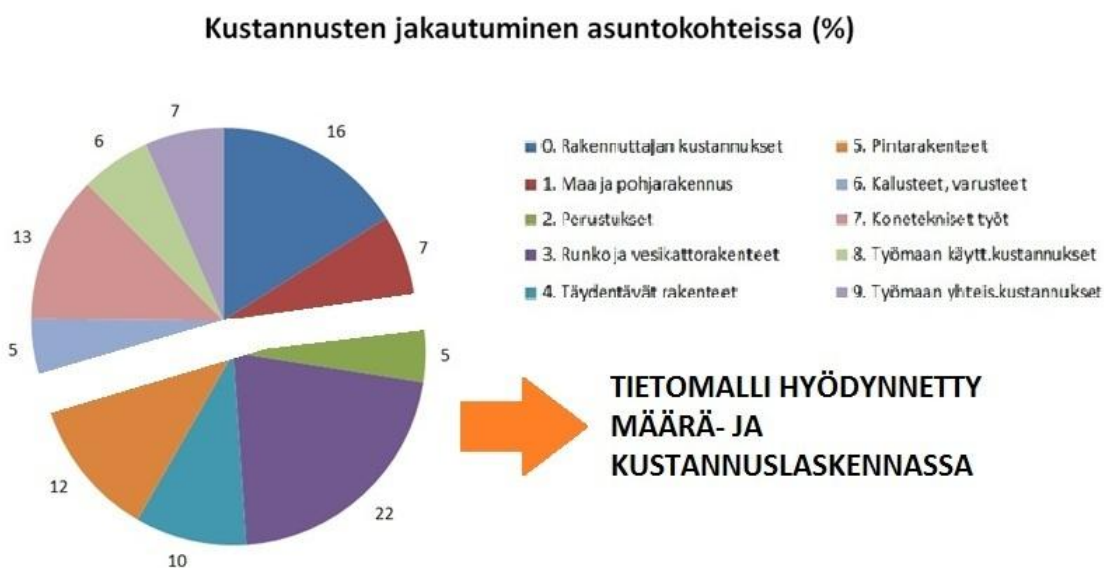
Nykyisin eri kohteiden tietomalleja joudutaan muokkaamaan ennen määrälaskentaa, sillä ne eivät kelpaa sellaisinaan määrä- ja kustannuslaskentaan. Kyse ei ole tietojen määrien puutteista, vaan lähinnä kyse on siitä, että mallissa rakenteita ei esim. piirretä oikeilla työkaluilla ja rakenteiden nimittely/ryhmittely ei ole tarpeeksi johdonmukaista. Senaatti-kiinteistöjen julkaisema Yleiset tietomallivaatimukset (YTV) olisi suunnittelijoille monesti hyvä lähtökohta mutta ei riittävä (Kipinäinen, 2012), sillä tietomallivaatimuksissa olevat ohjeet eivät kata kaikkia niitä ongelmia mitä nykyään malleista oikeasti löytyy. Sen takia käyttäjien on itse laadittava omat ohjeet tietomallinnukselle ja ohjeistettava suunnittelijoita tarkennetuilla vaatimuksilla.

Mallien eri puutteiden takia voidaan karkeasti todeta, että tietomallipohjainen määrä- ja kustannuslaskenta ei sovellu vähemmän kokemusta omaavalle laskijalle. Kun mallista haetaan määriä, on niiden oikeellisuuteen kiinnitettävä huomiota. Paljon kokemusta omaavalle määrälaskijalle tämä ei tuota ongelmia, mutta kokemattomammalle laskijalle on löydettävä erilaisia keinoja määrien laadun ja oikeellisuuden tarkistamiseen. Hyvä keino tässä on käyttää viitekohteita. Toisin sanoen, valitaan vastaavanlainen kohde ja tarkistetaan tunnusluvuilla määrät keskenään. Määrien laskeminen sekä mallista että uudestaan papereista ei ole tietomallipohjaisen määrälaskennan idea. Lisää mallien ongelmista ja haitoista kerrotaan käytännön esimerkkejä käsittelevässä luvussa 5.

4.4 Vertailu perinteiseen määrä- ja kustannuslaskentaan

Nykyisin arkkitehtimallista saadaan irti määrätietoa n. 70 %, pääsääntöisesti Talo 80 -nimikkeistön litteroista 2, 3, 4 ja 5. Määrä olisi siis isompi, jos esim. ikkunat, ovet, portaat ja erilaiset objektit suunniteltaisiin malliin oikeilla työkaluilla. (Kipinäinen, 2012). Kustannusnäkökulmasta kyseiset määrät muodostavat omissa asuntokohteissa korkeintaan 40 % kaikista rakentamisen kustannuksista. Talo 80 -nimikkeistöön muutettuna nämä määrät koskevat siis pääryhmiä 2, 3, 4 ja 5 (katso kuva 14).

Kun yksi henkilö laskee yhden asuntokohteen, on perinteiseen määrä- ja kustannuslaskentaan varattava aikaa n. 5-6 viikkoa (Huumo, 2012). Määrä- ja kustannuslaskentaan käytettävää aikaa voitaisiin pienentää merkittävästi, sillä tietomallin avulla määrälaskentaan menevä aika on vähintään puolet vähemmän verrattuna perinteiseen määrälaskentaan. Tämä vaatii kuitenkin, että malli on määrälaskentaan suoraan sopiva (Kipinäinen, 2012). Määrälaskijan ammattitaidon, tarkkuuden ja huolellisuuden lisäksi on osattava käyttää lukuisia eri tietomalliohjelmia ja osattava ratkaista millä työkaluilla kussakin kohteessa eri määriä on tarkoituksenmukaista laskea.



Kuva 14. Kaavio esittää miten omissa asuntokohteissa rakennuskustannukset jakautuvat Talo 80-nimikkeistön mukaan. Pääryhmien 2, 3, 4 ja 5 määrät voidaan laskea pitkälti tietomallin avulla. (Ekman, 2012).

Puutteellisen suunnittelun ohjauksen, tietomallityökalujen käytön osaamattomuuden ja mallien lukuisten puutteiden takia, laskentaan on toistaiseksi varattava yhtä paljon aikaa verrattuna perinteiseen laskentaan (Huumo, 2012). Monissa tapauksissa tietomallin hyödyntäminen hidastaa määrälaskentaa jopa 20 % (Tanskanen, 2012).

Vaikka tietomallipohjaisen määrälaskennan laskenta-aika on tällä hetkellä melkein sama verrattuna perinteiseen määrälaskentaan, mallintamista kannattaa kehittää edelleen. Tietomallintaminen elää vielä murroskautta ja kehitystä tapahtuu koko ajan. Tulevaisuudessa mallit kehittynevät niin paljon, että määrälaskenta tapahtuu pitkälti

ainoastaan mallin avulla, joten jo tässä vaiheessa on kannattavaa harjoitella ja käyttää tietomallia määrä- ja kustannuslaskennassa.

4.5 Tietomallin kehittyminen rakennusprosessissa

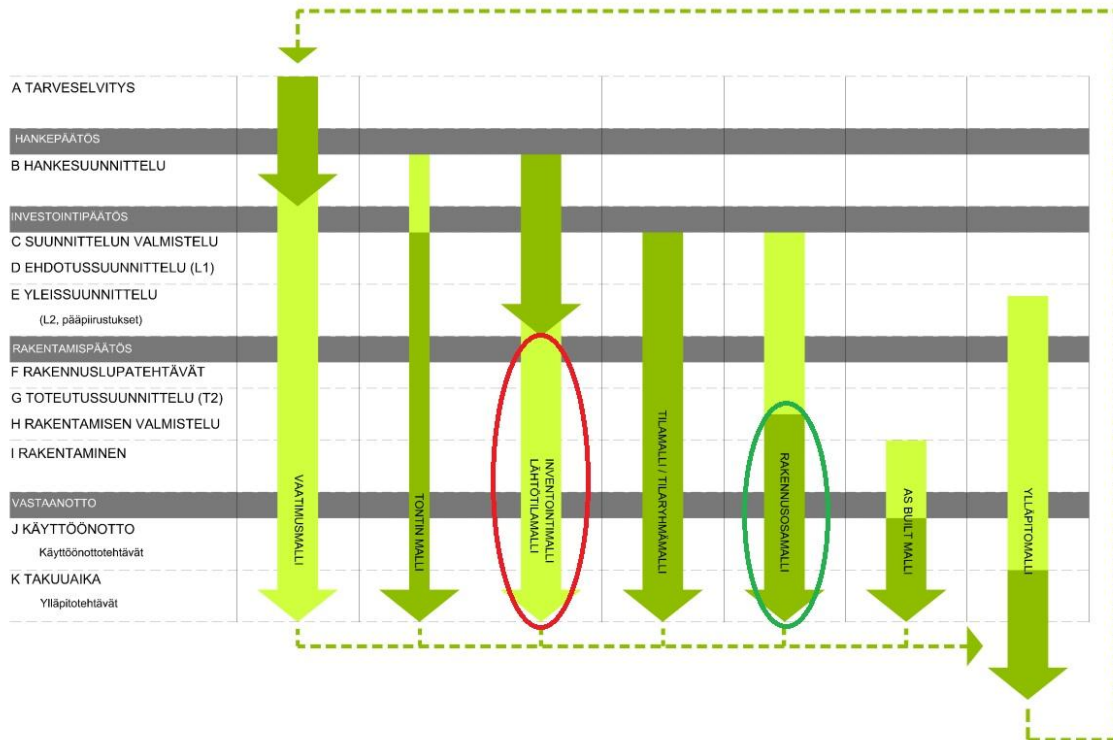
Kun katsotaan koko tietomallintamisprosessia, voidaan se jakaa erilaisiin vaiheisiin. Ensimmäinen malli on ns. vaatimusmalli, jonka arkkitehti tekee jo hankkeen tarveselvitysvaiheessa. Tämä malli on hyvin suurpiirteinen ja sen tarkoituksena on vain auttaa tilaajaa ja rakennuttajaa päätöksenteossa ja antaa lähtötietoa tuleville tarkemmille malleille. (Romo, Varis, 2004). Nykyisin päätöksentekoon vaaditaan tietoa vähintään tiloista, tilojen käytöstä ja käyttäjistä sekä energiatehokkuuteen liittyvistä asioista (lämmöneristys, sisäilmasto, LVI-järjestelmät jne.) (RT 10-11068). Alustavaa rakennusosamallia, eli ns. urakkasuunnittelumallia, käytetään pääsääntöisesti jo urakkalaskennassa koska tilaaja monesti haluaa aikataulullisista ja kustannuksellisista syistä minimoida hankkeen aikataulua. Silloin rakennusliikkeet saavat tarjouspyynnöt luonnospiirustuksineen ja alustavine rakennusmalleineen urakkalaskentaa varten. Alustavat rakennusmallit ovat edelleen karkeita versioita ja moni määrä lasketaan kokonaisuuksina (objekteina), sillä mallissa ei esim. seinän jokaista rakennekerrosta ole mallinnettu erikseen. (RT 10–11072).



Kuva 15. Kuva kertoo miten rakennusmalli kehittyy rakennusprosessin aikana. Laskennassa on yleensä käytössä alustava rakennusosamalli (punainen nuoli), kun toiveena olisi kuitenkin eri suunnittelualoista koostuva yhtenäinen tuoteosamalli (vihreä nuoli). (Romo, Varis, 2004).

Jos aikataulut antaisivat periksi, laskennassa toivottaisiin tuoteosamallia. Ongelmana on yleensä se, että kyseinen malli valmistuu juuri silloin, kun itse rakentamisvaihe alkaa. Aiemmin mainitulla rakennekirjastolla voidaan jo aikaisemmassa vaiheessa saada

tarkempaa tietoa rakenteista ja tyypeistä (Virit, 2012). Tuoteosamallissa yhdistyvät kaikki suunnittelualat samaan malliin, mikä tarkoittaa entistä määrätarkempaa tietomallia. Koska rakennesuunnittelija on lisäillyt malliin esim. raudoitukset, detaljit ja tarkentanut rakenteiden kokoja, profiileja jne., laskenta ei perustuisi olettamuksiin tai arvailuihin. Näin saataisiin entistä tarkempia laskelmia.



Kuva 16. Kuvassa nähdään mallin valmiusastevaatimukset hankkeen eri vaiheissa. Punainen ympyrä kertoo mallin valmiusasteen tarjouslaskentavaiheessa ja vihreä ympyrä on taas mallin toivottu valmiusaste jo tarjouslaskentavaiheessa. (RT 10–11068).

Yleisissä tietomallivaatimuksissa osassa 3 (Arkkitehtisuunnittelu) tietomallia jaetaan tarkkuustasojen mukaan. Tasoja on kolme kappaletta, jossa kaikista vaativin ja tarkin taso on taso 3. Ensimmäinen taso voidaan pitää suunnittelijoiden omana tasona. Siinä tasossa mallin käyttötarkoitus on lähinnä yleinen kommunikaatio ja osien yhteensovittaminen. (RT 10–11068). Taso 1 malli on monesti yleinen tänä päivänä, mutta mallia kyseisellä tasolla on vaikea hyödyntää tarjouslaskennassa. Toisen tason mallin käyttötarkoituksena on sekä energia-analyysien teko että määrälaskenta. Periaatteessa energia-analyysin takia malli voisi yhtä hyvin olla tasolla 1 sillä analysointiin mallin ei tarvitse olla niin detaljoitua. Energia-analyysimallit ovat kuitenkin sijoitettu toiselle tasolle koska yleensä mallia

halutaan hyödyntää ja käyttää sekä määrälaskennassa että energia-analysoinnissa. Kolmas ja mallin ns. tarkin tason käyttötarkoituksena ovat lähinnä työmaan aikataulutuksiin, työnohjaukseen ja tarkempiin hankintoihin liittyvät tehtävät (RT 10–11068). Sillä tasolla rakennuksen kaikki rakennusosat ovat erittäin detaljoituja ja malli muistuttaa jo paljon ”as-built”-tyyppistä mallia.

4.6 Tietomallipohjaisen määrä- ja kustannuslaskennan tulevaisuus

Tietomallin hyödyntäminen rakentamisessa kasvaa tulevaisuudessa paljon ja varsinkin asuntopuolella tietomallin tarjoamat mahdollisuudet näkyvät jo hyvin selkeästi. Määrälaskentatoimistojen mukaan vain 5 – 7 % kaikista toimeksiannoista (uudis- että korjausrakentaminen) lasketaan tietomallin avulla, mutta määrä on kuitenkin vahvasti nousemaan päin (Tanskanen, 2012). Tässä kuitenkin vaatimuksena on se, että suunnitellaan kohteista alun perin vaatimusten mukaista mallia. Kehityksen kannalta malleja ei kannata muokata määrälaskennassa itse. Silloin kohteen laskentaan menisi enemmän aikaa verrattuna siihen, että kohde olisi laskettu perinteisellä tavalla. Kaikki malleissa havaitut ongelmat tulisi esittää suunnittelun ohjaukseen, jotta saadaan varmasti ohjeistettua suunnittelijoita tekemään tulevaisuudessa parempia, vaatimusten mukaisia malleja.

Jos katsotaan mallin hyödyntämistä taas muista näkökulmista, tärkeää olisi se, että mallia päivitettäisiin myös rakentamisen aikana, jotta mallia pystyisi hyödyntämään koko rakennuksen elinkaaren ajan erilaisissa huolto- ja ylläpitotoimenpiteissä (Kipinäinen, 2012). Korjausrakentamisessa tietomallista saatavat hyödyt ovat yhtä suuret kuin uudisrakentamisessa. Tietomallia ei kuitenkaan hyödynnetä korjausrakentamisessa, sillä vanhan kohteen mallintaminen on vielä tällä hetkellä taloudellisesti kannattamatonta.

Itse ohjelmien kehitys on myös välttämätöntä tulevaisuudessa. Nykyään ohjelmat tarjoavat runsaasti mahdollisuuksia määrä- ja kustannuslaskennassa, mutta kehitys ei tunnu kuitenkaan loppuvan. 4D-suunnittelu (neliulotteinen suunnittelu), jossa tietomallin ja kolmiulotteisen kuvan lisäksi aikataulu integroidaan malliin, on työmaalla jo eri kohteissa ahkerassa käytössä. 5D-suunnittelu (viisiulotteinen suunnittelu) ja sen hyödyntämistä on vielä vähäistä, mutta kustannusten vaikutus rakentamisessa mallin viidentenä ulottuvuutena on kasvavassa roolissa ja sitä hyötyä halutaan myös tuotantopuolelle. IFC-tallennusformaatit muuttuvat 2x3-formaatista toiseen, uuteen formaattiin muutamien

vuosien päästä. Uuteen tallennusmuotoon mahtuu enemmän tietoa ja käännösvirheiden riski pienenee entisestään ohjelmasta riippumatta. (Partanen, Virit, 2012).

5 Käytännön esimerkit

LMK:n omien asuntokohteiden mallien tarkastelun tarkoituksena on lähinnä ollut etsiä niistä erilaisia puutteita ja ongelmia. Niin kuin aikaisemmin mainittiin, tarkoituksena ei ole kuitenkaan etsiä syyllisiä puutteellisille malleille vaan lähinnä ohjata suunnittelua ja auttaa suunnittelijoita suunnittelemaan parempia malleja määrä- ja kustannuslaskentaa ajatellen. Koska tulevaisuudessa kohteet ovat entistä vaativampia ja monimuotoisempia samalla, kun määrien hallitseminen tulee työläämmäksi, korostuvat erilaisten ohjelmien käyttäminen ja hyödyntäminen määrä- ja kustannuslaskennassa.

Tarkastelujen lähtökohtana on ollut selvittää noudattaako mallit nykyään yleisiä tietomallivaatimuksia. Käytännössä suurennuslasin alla on pääsääntöisesti ollut selvittää mallien rakennetyyppien ryhmittely ja nimittäminen, komponenttien ominaisuuksien johdonmukainen käyttö ja komponenttien leikkaukset, päällekkäisyydet ja kopiot. Monet mallien puutteet on löydetty juuri Solibri-ohjelmiston törmäystarkastelu-työkalun avulla. Määrälaskentanäkökulmasta ohjelmiston säännöt ovat vakiona toleranssivaatimuksiltaan turhan ankaria, joten kriittisiä huomautuksia ei aina tarvitse ottaa huomioon. Toleransseja ja parametreja voi myös itse säätää omien tarpeiden mukaan.

5.1 As Oy Arietta

Arietta on Lemminkäisen oma asuntokohde Töölönlahdessa Helsingissä. Kyseisen kohteen kortteliin rakennetaan myös toinen asuntorakennus Alvar sekä toimistorakennus Aallon Huippu. Seitsemänkerroksinen Arietta on kooltaan 2390 brm² ja siinä on 15 asuntoa sekä 4 liiketilaa.

Kyseisen kohteen malli näyttää visuaalisesti tarkastettuna hyvältä. Mallissa kaikki rakenteet ovat oikeissa kerroksissa ja kaikki rakennetyypitkin löytyvät mallista. Mallin isoimmat ongelmat ja puutteet huomataan kuitenkin rakennetyyppien ja ID-tunnusten käytössä. Esim. väliseinät on nimitetty oikein ID-tunnuksilla mutta itse piirtämiseen on käytetty ohjelmistojen valmiita ulkoseinä-rakennetyyppejä. Myös päinvastaisesti on rakenteita, joiden oikea tyyppi löytyy ohjelman rakennetyypeissä mutta joiden ID-tunnus on täysin määrittelemättä tai väärä. Periaatteessa suunnittelijat voivat vapaasti valita miten ja missä he antavat nimen eri rakenteille, mutta toivottavaa olisi, että noudatetaan samanlaista, johdonmukaista nimitystapaa kaikissa rakenteissa alusta loppuun. Näin

määrien hakeminen mallista on paljon nopeampaa ja riski, että tietyt määrät lasketaan kahdesti, on pienempi.

Mallista kannattaa etsiä myös mahdollisia kopioita. Suunnittelijat käyttävät usein kopio-toimintoa, esim. lisätäkseen samaa rakennetta kerroksesta toiseen, ja silloin on vaarana, että tietyn rakenteen päälle kopioidaan sama rakenne uudelleen. Mallissa on havaittu tietyissä kohdissa olevan kolme väliseinää päällekkäin jokaisessa kerroksessa. Tätä olisi vältetty, mikäli suunnittelijat olisivat tehneet Solibri-ohjelmistolla törmäystarkastelun ennen mallin julkaisua.

Kyseiseen malliin on tehtävä lukuisia muutoksia ennen kun se sopii suoraan määrälaskentaan. Yleisimmät puutteet liittyvät lähinnä rakennetyyppien nimittelyjen johdonmukaisuuteen. Nämä ovat ongelmallisia, sillä näiden puutteiden korjaaminen on hidasta.



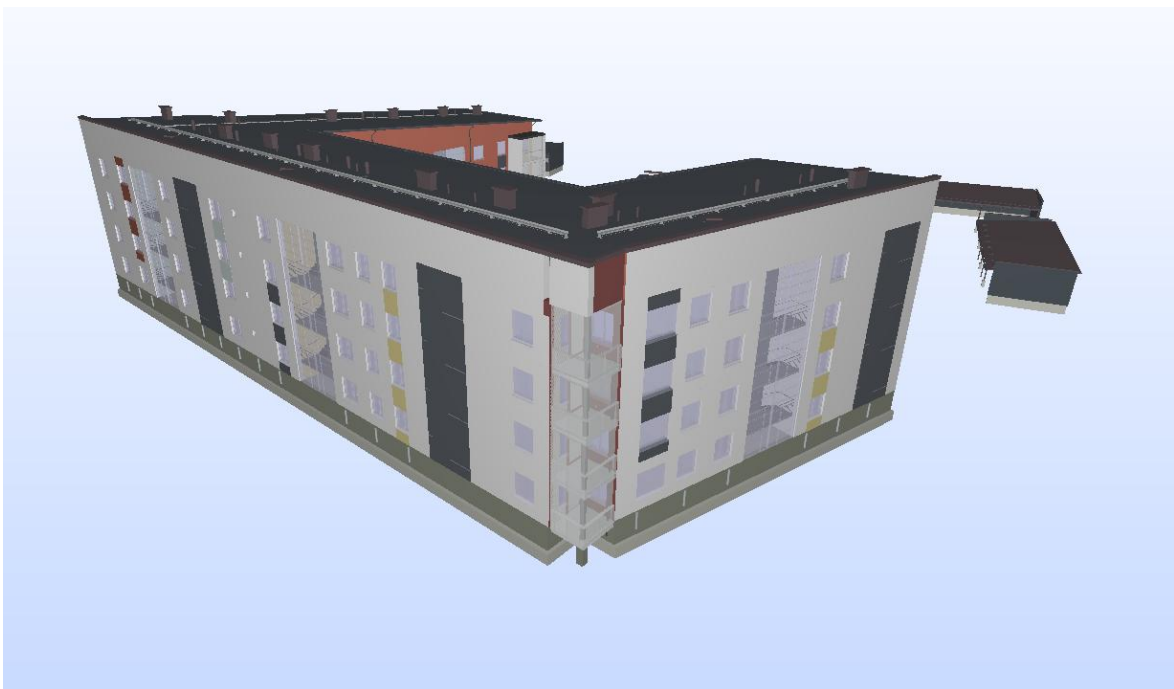
Kuva 17. Arkkitehtimalli, Arietta. (Ekman, 2012).

5.2 As Oy Vilja

Järvenpään Vilja on Lemminkäisen oma kohde Järvenpäässä. Rakennus käsittää n. 4840 brm² ja kohteeseen tulee 56 asuntoa 7 kerrokseen.

Tässä kohteessa malli on visuaalisesti tarkastettuna myös hyvä. Mallissa kaikki rakenteet ovat oikeissa kerroksissa eikä myöskään, paljon ongelmallisina pidettyjä, kopioita tai leikkauksia mallissa ole. Suurimmat puutteet mallissa on eri rakenteiden/rakennetyyppien nimittäminen. Kohteessa rakennetyyppejä ei ole loogisesti eritelty toisistaan eikä nimittämistapaa ole käytetty johdonmukaisesti loppuun asti. Nämä puutteet toistuvat sekä ala-, väli- ja yläpohjissa että ulko- ja väliseinissä. Toinen mallin puute on objekti-työkalun käyttö. Kohteessa kaiteet, säleiköt, portaat ja luiskat olisi voitu mallintaa muilla työkaluilla, jotka olisivat mahdollistaneet myöhemmin määrätiedon hakemisen toivotuilla yksiköillä. Objekti-työkalulla piirrettyjä rakenteita olisi vältettävä määrälaskentanäkökulmasta, sillä niistä rakenteista saadaan harvemmin käyttökelpoista määrätietoa. Objekti-työkalulla piirretyt, kaikkein ongelmallisimmat rakenteet ovat erilaiset pintarakenteet, kaiteet, portaat, ikkunat, ovet jne.

Pienillä muutoksilla mallista saataisiin irti helposti hyvää määrätietoa. Mikäli aikaisempiin mainittuihin ongelmiin ja puutteisiin olisi reagoitu jo suunnitteluvaiheessa, määrälaskennassa olisi ollut käytössä täysin virheetön malli.



Kuva 18. Arkkitehtimalli, Järvenpään Vilja. (Ekman, 2012).

5.3 As Oy Serviisi (Portaaliasunnnot)

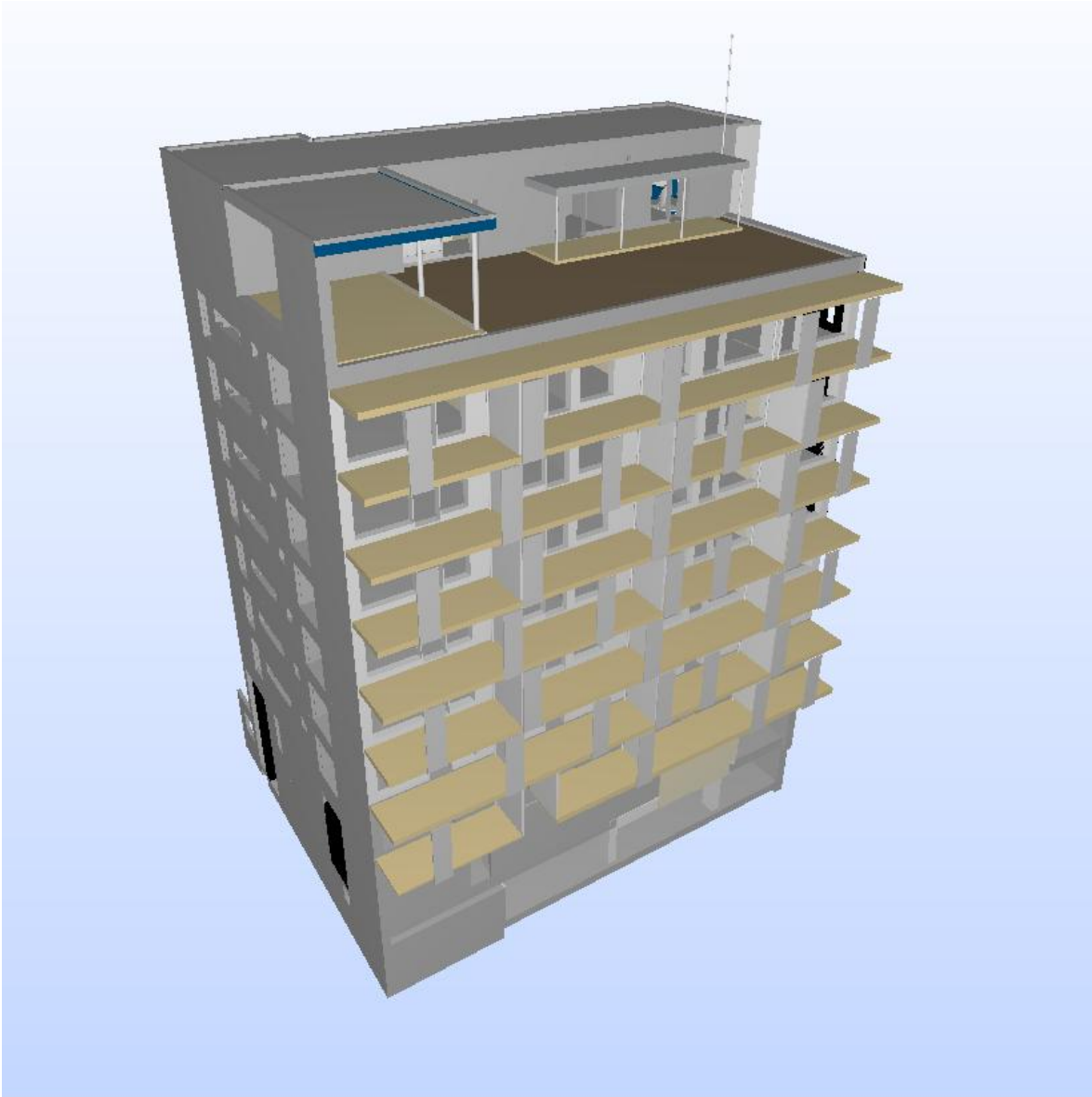
Serviisi on yksi tulevista Portaaliasuntojen rakennuksista Helsingissä. Portaaliasuntojen muut rakennukset ovat Fajanssi ja Saksofoni. Serviisi on kooltaan 3584 brm² ja kohteeseen tulee 34 asuntoa 10 kerrokseen.

Tämän kohteen malli on pitänyt sisällään lukuisia ongelmia, jotka on haitannut määrälaskentaa merkittävästi. Edellä mainitut muiden kohteiden ongelmat ovat esiintyneet myös tässä mallissa. Rakennetyyppien epä johdonmukaisen nimittämisen lisäksi on mallista puuttunut rakennetyyppejä kokonaan. Ala-/väli-/yläpohjia voidaan helposti piirtää lattia-työkälulla vetämällä osoitinta toisesta reunasta toiseen mutta tällä tavalla koko kerroksen lattiaa ei voida nimetä kuin pelkästään yhdellä nimellä tai ID-tunnuksella. Tässä kohteessa alapohja olisi todellisuudessa koostunut kolmesta eri rakennetyypistä.

Mallin toinen merkittävä puute ja ongelma on ollut rakenteiden kerros- ja sijaintimäärittely. Työmaa on lähes aina kiinnostunut enemmän sijainti- ja kerrosritellyistä määristä kuin kokonaismäärästä. Ongelmana on ollut lähinnä rakenteiden + -koroissa ja kerrosmäärittelyissä. Tietyt rakenteet, esim. pilarit, ovat olleet visuaalisesti oikeissa kerroksissa (eli + -korkeus on ollut oikein) mutta itse rakenteiden informaatiossa on kerros jätetty täysin määrittelemättä. Hyvin rakennetussa mallissa rakenteiden sijoittamisen jälkeen (eli + -koron määrittelyn jälkeen) on kerroskin määritelty heti kyseiselle rakenteelle.

Myös mahdollisesti ohjelmakohtaisia ongelmia (ns. ”bogeja”) on havaittu tarkistettaessa mallia visuaalisesti. Esim. eräät väliseinät ovat näkyneet leikkauksissa oikeissa kerroksissa, mutta pohjakuvaa tarkistettaessa kyseiset väliseinät ovat visuaalisesti puuttuneet kokonaan. Väliseiniä laskettaessa ei ole kuitenkaan havaittu olevan puutteita määrissä.

Lukuisten ongelmien takia kohteen mallin hyödyntäminen määrälaskennassa on ollut hankalaa ja aikaavievää.



Kuva 19. Arkkitehtimalli, Serviisi. (Ekman, 2012).

5.4 As Oy Paahtaja

Paahtaja on yksi Helsingin Kahvikortteliin kuuluva uusi asunto-osakeyhtiö. Koko Kahvikortteliin on suunnitteilla neljä eri korttelia, joihin tulee yhteensä 22 asuntoyhtiötä.

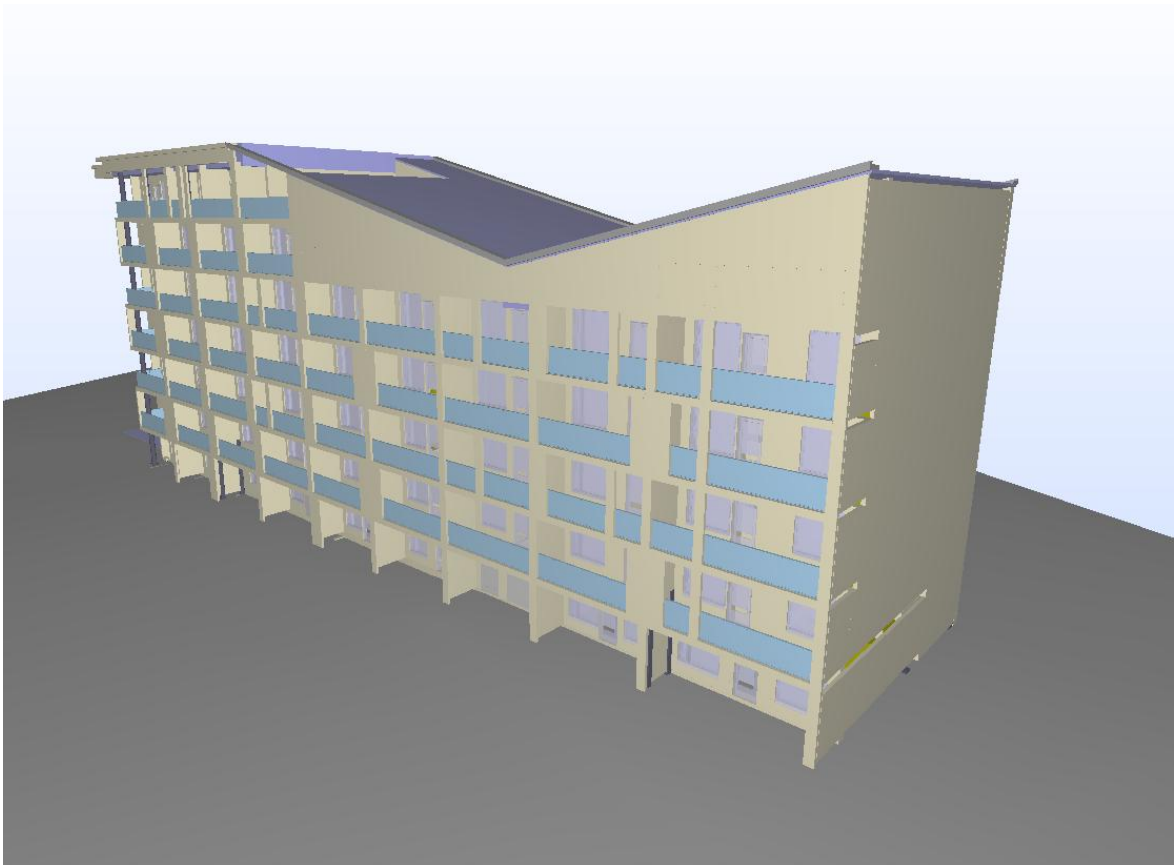
Kun verrataan kaikkia opinnäytetyössä esitettyjä malleja keskenään, on Paahtajan malli sisältänyt eniten virheitä. Arkkitehtimallin valmiusaste ei ole ollut tarkistuksessa 100-prosenttinen, mutta mallissa havaitut virheet eivät saisi esiintyä edes luonnosvaiheessa.

Yksinkertaisesti todettakoon, että kaikki virheet, jotka ovat esiintyneet aiemmissa malleissa, esiintyvät myös tässä mallissa. Ensinnäkin rakenteiden kerrosten määrittely on

ollut erittäin puutteellista. Seinät, pilarit, ikkunat jne. ovat olleet visuaalisesti oikein sijoitettuja, mutta kerrostiedot ovat joissakin rakennusosissa olleet väärät. Lisäksi on havaittu toiseen taloyhtiön kuuluvia rakennusosia tämän taloyhtiön mallissa. Malleihin pitäisi piirtää määrälaskentanäkökulmasta vain ne rakenteet, jotka kuuluvat taloyhtiölle (eli toisin sanoen ne rakenteet, jotka yhtiö maksaa). Seinien, ala-, väli- ja yläpohjien nimittäminen ei ole ollut johdonmukaista ja kopioita/päällekkäisyyksiä rakenteissa on havaittu.

Jokaiseen malliin tehdään myös valmiit tilat pinta-alojen ja tilavuuksien laskemista varten. Tässä mallissa tiloja on määritelty puutteellisesti, ja joistakin kerroksista tilat puuttuvat kokonaan. Tietomallipohjaisissa prosesseissa tiloja hyödynnetään tilapohjaisessa kustannuslaskennassa, talotekniikan simuloinneissa, energia-analyyseissä jne. (RT 10-11068). Tämän takia on erittäin tärkeää, että suunnittelijat mallintavat tilat tarkasti ja loogisesti.

Näiden ongelmien takia mallia ei ole voitu hyödyntää sellaisenaan ainakaan määrä- ja kustannuslaskennassa. Kun mallia korjataan, on syytä tutustua yleisiin tietomallivaatimuksiin ja noudattaa niitä, jolloin suurin osa virheistä saadaan mallista pois.



Kuva 20. Arkkitehtimalli, Paahtaja. (Ekman, 2012).

6 Pohdinta

Tulevaisuudessa suurin osa talonrakennusprojekteista on enemmän tai vähemmän tietomalliprojekteja. Rakennuksen tietomalli tuo mukanaan merkittävästi uusia mahdollisuuksia, jotka hyödyttävät kaikkia osapuolia rakennusprojektissa. Opinnäytetyö on osoittanut sen, että tietomallintamisen kehitys ei ole kuitenkaan tapahtunut yhtä aikaa käytön yleistymisen kanssa. Aivan liian monet vieroksuvat edelleen tietomallin käyttämistä ja pitävät tiukasti kiinni vanhoista rutiineista.

Syy, miksi malleissa on määrälaskennassa havaittu lukuisia ongelmia, johtuu selvästikin puutteista suunnittelun ja mallintamisen ohjauksessa. Suunnittelua ohjaavat projektipäälliköt eivät saa riittävästi tietoa siitä, miten tietomallia halutaan hyödyntää määrälaskennassa (Mäenpää, Jarkko, 2012). Kun tilataan suunnittelijalta tietomalli kohteesta, on oltava selvillä missä mallia tullaan hyödyntämään. Tarkoituksena on jo suunnitteluvaiheessa organisoida esim. työmaita niin, että sieltä löytyy varmasti tietomallinnusta osaavia henkilöitä. Lähes puolet tietomallin käyttöasteesta perustuu tietomallin hyödyntämiseen hankinnoissa, aikataulutuksissa ja työnsuunnittelussa. Näin kasvatetaan vähitellen käyttöastetta niin, että kaikki voivat hyödyntää tietomallia alusta asti ongelmitta. Tietomalli kannattaa kustannusnäkökulmasta tilata, jos sitä pystytään hyödyntämään suunnittelun ohjauksessa, esim. eri suunnittelualojen törmäystarkasteluissa. Merkittävää säästöpotentiaalia löytyy, jos pystytään tuomaan työmaalle täysin virheetömiä suunnitelmia.

Nykyinen ratkaisu ongelmiin on se, ettei tavoitella määrää vaan laatua. Vähennetään tietomalliprojekteja jonkin verran ja varmistetaan mallin laatu. Kohteisiin ei voi tilata malleja, mikäli ei pystytä ohjeistamaan suunnittelijoita LMK:n vaatimusten mukaisesti ja valvomaan kunnolla kohteen mallintamista. LMK:n omat mallinnusohjeet on kehitettävä myös jatkossa. Tarvitaan tarkempia listauksia esim. siitä, miten seinä pitää oikeasti mallintaa (seinän tiedot) palvelukseen määrälaskentaa. Reseptikirjastoa kannattaa päivittää ja kehittää, sillä sen avulla ei vaan määrä- ja kustannuslaskentatyö nopeudu vaan myös suunnittelu nopeutuu.

Parhaaseen tulokseen päästään yhteistyöllä projektinjohdon, laskentaryhmän ja suunnittelijoiden kesken. Määrälaskijoiden olisi hyvä tulevaisuudessa tuoda esiin kehitysehdotuksia malleista ja esittää niitä suunnittelunohjaukselle. Ei riitä, että uusiin kohteisiin tilataan pelkkä tietomalli ilman ohjeistusta, vaan malleissa havaitut puutteet ja

virheet on myös esitettävä palautteena suunnittelijoille. Tietomallin avulla määrät voidaan ja kannattaakin laskea tulevaisuudessa kokonaan itse.

Kun siirrytään uusiin toimintatapoihin, se ei aina tapahdu helposti ja vaivattomasti. Uudet järjestelmät, ohjelmat jne. vaativat paljon töitä koko organisaatiolta. On löydettävä aikaa testata uusia toimintatapoja, koska niillä on myöhemmin merkittäviä vaikutuksia yrityksen liiketoiminnan kannattavuuteen. Jotta tietomallinnus kehittyy ja sen hyödyntäminen lisääntyy tulevaisuudessa, tarvitaan jatkuvaa seurantaa ja raportointia. On pystyttävä osoittamaan, että kehitys on oikeansuuntaista ja tarpeeksi tehokasta.

Lähdeluettelo

Aroalho, Harri, laskentainsinööri – Lemminkäinen Talo Oy. Salmisaari, Helsinki.
Haastattelut 2012.

Autodesk. *Autodesk Revit-tuotteet*.

<http://www.autodesk.fi/adsk/servlet/pc/index?siteID=448412&id=14594526> (Viitattu: 26.7.2012).

Enkovaara, Esko, Haveri, Heikki, Jeskanen, Pekka (1995). *Rakennushankkeen kustannushallinta*. Helsinki: Rakennusteollisuuden Keskusliitto ja Rakennustietosäätiö.

Filppula, Raineri, talotekniikkapäällikkö – Lemminkäinen Talo Oy. Salmisaari, Helsinki.
Haastattelu 03.10.2012.

Haahtela, Yrjänä, Kiiras, Juhani (1980). *Rakennuttajan ja suunnittelijan kustannustieto: kustannustiedot 1980*. Helsinki: Insinööritieto.

Hellsten, Johanna. Rakennuslehti. *Todellinen tietomallin käyttö on vielä kaukana*.
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/21371.html> (Viitattu: 13.5.2012).

Hellsten, Johanna. Rakennuslehti. *Rakennuksen malli ei ole tietomalli*.
<http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/lehtiarkisto/23991.html> (Viitattu: 25.7.2012).

Huumo, Päivi, laskentapäällikkö – Lemminkäinen Talo Oy. Salmisaari, Helsinki.
Haastattelut 2012.

Kempainen, Jenni (2012). *Kysymyksiä tietomallin hyödyntämisestä määrälaskennassa - insinööri*. Rickhard.Ekman@novia.fi (04.06.2012).

Kipinäinen, Tiina (2012). *Määrälaskenta tietomallin avulla*.
Rickhard.Ekman@lemminkainen.com (09.07.2012).

Lemminkäinen Talo Oy. *Talonrakentamisen tarjouslaskennan toimintajärjestelmä*.
Lemminkäinen Talo Oy:n liiketoiminnan tarjoustoimintaohjeistus.

Lindholm, Mika (2009). *Kustannushallinta rakennushankkeessa*. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Mäenpää, Jarkko, projektipäällikkö – Lemminkäinen Talo Oy. Hyvinkää. Haastattelu 23.10.2012.

Mäenpää, Janne (e.v.). Rakennusteollisuus. *Tietomallien hyödyntäminen rakennustuotannossa*.

<http://www.rakennusteollisuus.fi/RATEKO/Koulutusohjelmat/Teemakoulutukset/Tietomallien+hy%C3%B6dynt%C3%A4minen+rakennustuotannossa/> (Viitattu: 2.6.2012).

Mäki, Tarja, Rajala, Marko, Penttilä, Hannu. Tietoa. *Tietomallintaminen korjausrakentamisessa*. Helsinki: Tietoa Finland Oy.

http://www.tietoa.fi/doc/Tietomallintaminen_korjausrakentamisessa.pdf (Viitattu: 2.6.2012).

Oksama, Sampo (2012). *Tekla määrälaskenta*. Rickhard.Ekman@novia.fi (18.04.2012).

Partanen, Matti, tietomalliasiantuntija – Lemminkäinen Talo Oy. Salmisaari, Helsinki. Haastattelut 2012.

Romo, Ilkka, Varis, Markku. VTT. *Tuotemallinnus rakennesuunnittelussa*. Helsinki: Rakennusteollisuus RT ry ja Finnmap Consulting Oy.

http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_rakennesuunnitteluohje_syyskuu2004.pdf (Viitattu: 18.7.2012).

Rakentajain Kustannus Oy (1988). *Yleisseloste Talo 80 nimikkeistöjärjestelmän mukaan*. Helsinki: Rakentajain Kustannus Oy.

RT 10-11068. *YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 – Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11070. *YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 – Osa 5. Rakennesuunnittelu*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10–11072. *YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 – Osa 7. Määrälaskenta*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 16–10182. *Rakennusalan urakkakilpailun periaatteet*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Tanskanen, Raimo (2012). *Tietomallipohjainen määrälaskenta*. Rickhard.Ekman@lemminkainen.com (05.07.2012).

Tekla Oyj. *Teklan ohjelmistotuotteet.*

<http://www.tekla.com> (Viitattu 26.7.2012).

Tekla Finland. *Suomen ensimmäiset kansalliset tietomallivaatimukset julkistettiin tänään.*

Espoo: Tekla Oyj.

<http://www.tekla.com/fi/about-us/news/pages/suomen-ensimmaiset-kansalliset-tietomallivaatimukset-julkistettiin-tanaan.aspx> (Viitattu: 10.6.2012).

Terävä Matti (2012). *VICO*. Rickhard.Ekman@lemminkainen.com (26.07.2012).

Tocoman Services Oy. *Tocoman laskentapalvelut.*

<http://tocoman.fi/node/11> (Viitattu 6.7.2012).

Tutti, Tomi (2012). *Vastauksia kyselyyn ja EASY-BIM*. Rickhard.Ekman@novia.fi (18.06.2012) ja Rickhard.Ekman@lemminkainen.com (25.01.2013).

Virit, Artur, tietomalliasiantuntija – Lemminkäinen Talo Oy. Salmisaari, Helsinki. Haastattelut 2012.

Yhteenveto ruotsiksi

Sammanfattning på svenska

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	45
2. Mängd- och kostnadsberäkning.....	46
3. Användning av BIM i byggproduktion allmänt.....	47
3.1. BIM-program.....	48
4. Användning av BIM i mängd- och kostnadsberäkning.....	49
4.1.Fördelar.....	49
4.2. Nackdelar.....	50
4.3. BIM-modellens utveckling i byggprocessen.....	50
4.4.Praktiska exempel.....	51
5. Slutsats.....	52

1. Inledning

Nuförtiden använder största delen av alla stora byggbolag BIM (Building Information Model) i sin verksamhet. Man har tagit emot BIM i byggandet mycket kritiskt och vi kan vara säkra på att utvecklingen inte har skett tillräckligt effektivt och i den takt man har önskat. Fördelarna med BIM är dock gränslösa och man utvecklar konstant nya lösningar som gynnar alla parter i hela byggprocessen; planering, byggande, underhåll och service samt reparation. För entreprenören har önskemålet varit att BIM skulle förenkla vardagliga arbetet. Att mängd- och kostnadsberäkningen skulle bli allt snabbare och att arbetsplaneringen och –styrningen samt uppgörande av tidtabeller skulle bli enklare och effektivare.

Meningen med examensarbetet är att granska vilka fördelar och nackdelar man har med BIM-baserad mängd- och kostnadsberäkning. I examensarbetet granskas hela kostnadsberäkningsprocessen ur synvinkeln egen bostadsproduktion. Alla möjligheter listas som BIM hämtar med sig och dessutom presenteras olika utvecklingsalternativ som t.ex. programtillverkarna kan utnyttja vid sin egen programutveckling. Huvudsakligen är det meningen att examensarbetet skall fungera som ett verktyg för att i framtiden kunna styra egen planering så det skulle gynna också mängd- och kostnadsberäkningsprocessen.

I stora företag utnyttjas BIM mest i större projekt. Detta beror främst på att man inte har trott tillräckligt på de möjligheter BIM medför och dessutom har små företag inte möjlighet eller kunskap att använda BIM på samma sätt. Detta examensarbete har avgränsats enbart till bostadsproduktion, eftersom BIM utnyttjas mest i den delen av byggandet i dagens läge. Skillnaderna mellan bostadsbyggande och byggande av anstalter är ändå så små att resultat från detta slutarbete kan användas lika bra i båda områden. Dessutom kan resultaten utnyttjas i renoveringsbyggande, men tyvärr utnyttjas BIM överlag inte lika mycket i det området.

Material som jag har utnyttjat för skrivandet av teoridelen baserar sig på byggnadsteknisk litteratur. Eftersom man i Lemminkäinen Talo Ab räknar kostnader enligt Talo 80-system, har jag bestämt att basera litteraturen så långt som möjligt på det. I slutarbetet har jag utnyttjat även i byggtidningar publicerade artiklar samt trovärdiga källor från Internet. Förutom tidigare nämnda källor har jag huvudsakligen utfört otaliga intervjuer både inom och ytterom organisationen. Intervjuade personer har varit tillverkare av BIM- och beräkningsprogram som erfarna kostnadsberäknare och användare av BIM-program.

2. Mängd- och kostnadsberäkning

I ett byggföretag startar mängd- och kostnadsberäkningsprocessen direkt då behovet att veta byggkostnader till ett projekt blir aktuellt. Detta kan ske t.ex. via att någon skickar en offertförfrågan, samtidigt som byggaren bestämmer sig för att lämna offert. Detta slutarbete har man avgränsat till egen bostadsproduktion, så hela mängd- och kostnadsberäkningsprocessen granskas främst ur den synvinkeln. Meningen med kostnadsberäkning är i vilket fall som helst att bestämma kostnaderna för att förverkliga ett byggprojekt (Enkovaara, Haveri, Jeskanen, 1995, s. 37).

Beräkningsprocessen är utan tvivel det mest kritiska skedet i hela byggprocessen. De fel man gör i beräkningen reflekteras direkt till arbetsplatsen, där det är svårt att kontrollera och följa med de mål man satt för kostnaderna. För att undvika sådana här problem lönar det sig att utnyttja datorbaserade program så mycket som möjligt för att åter i sin tur förbättra kvaliteten på mängd- och kostnadsberäkningen. Här spelar BIM en stor roll.

Byggaren kan antingen räkna på ett eget projekt (dvs. grynderverksamhet) eller räkna på ett projekt med extern beställare (dvs. svara på offertförfrågan). Grynderverksamhet betyder att byggaren både planerar, marknadsför, bygger och delvis säljer en byggnad helt själv. Entreprenören planerar och förverkligar egna projekt baserat på den allmänna marknadssituationen. En viktig del av kostnadseffektiv grynderverksamhet är styrning av planeringen. I planeringsstyrningen granskar man hur planeringarna fortskrider samtidigt som man jämför de till sina egna kvalitets-, tids- och kostnadsmål (Lemminkäinen Talo Oy, toimintajärjestelmä). Alla beslut och ändringar man gör i planeringarna inverkar direkt på hela projektets kostnader. Därför är det viktigt att han som styr planeringen känner till de mest kostnadseffektiva lösningar för att förverkliga vilket projekt som helst. Kostnadsberäkningen i grynderverksamhet skiljer sig inte mycket från kostnadsberäkningen i klassiska entreprenadtävlingar. Då planeringarna blir färdiga startar kostnadsberäknaren projektets kostnadsberäkning.

Kostnadsberäkning är en stor helhet som består av projektets kostnadsberäkning, kontrollberäkning och efterberäkning (Lindholm, 2009, s. 20-21). Bakom en stor del av alla kostnadsberäkningar ligger någon form av offertförfrågan om att förverkliga ett projekt. Entreprenören bestämmer själv huruvida han vill delta eller inte i offerttävlingen. I de fall entreprenören bestämmer att svara på en offertförfråga håller kostnadsgruppen i företaget startpalaver, där man går igenom projektet i sin helhet och fördelar arbeten vad

kommer till mängd- och kostnadsberäkning samt förskottsoffertförfrågan. I mängd- och kostnadsberäkningen utnyttjas BIM om det är möjligt. För övrigt sker mängdberäkningen oftast externt och kostnadsberäkningen internt.

Om företaget vinner offerttävlingen eller startar grynderverksamhet budgeterar entreprenören projektet genom att sätta kostnadsmål för varje arbetsmoment. Dessa mål är egentligen redigerade versioner på de kostnader man har räknat i själva offerten. Produktionens kontrollberäkning innebär att man följer och kontrollerar förverkligade som oförverkligade kostnader. Med en aktiv kontrollberäkning under arbetets gång hålls man i de kostnadsmål man har satt upp samtidigt som man kan reagera snabbt på möjliga kostnadsöverskridningar (Lindholm, 2009, s. 40). Efterberäkningen är i sin tur en sort av beräkning som kan göras under arbetets gång eller då arbetet blivit färdigt. Efterberäkning är en mycket viktig del eftersom det är här entreprenören kan korrigera sina arbets- och materialåtgångsuppgifter för kommande projekt för att hållas konkurrenskraftig.

3. Användning av BIM i byggproduktion allmänt

BIM har utnyttjats inom byggande redan i flera årtionden, men den verkliga och effektiva användningen har inletts först under de senaste åren. Särskilt inom byggproduktion har användningen av BIM varit dålig då planerarna har utnyttjat det redan över 10 år. Många beställare kräver dock nuförtiden BIM i sina projekt och kraven på hur modellerna byggs upp ökar ständigt.

Med hjälp av BIM kan vi göra informationsbehandlingen betydligt enklare. Eftersom BIM är också en 3D-modell hjälper det alla parter i ett projekt att lättare förstå hur byggnaden är uppbyggt jämfört med 2D-ritningar. 3D-modellens tydlighet gör det snabbare och enklare att styra planeringen och arbetet på arbetsplatsen samt uppgöra tidtabeller. Även byggherren drar stor nytta genom att göra en modell av sitt projekt. Byggherren kan göra allt mer noggrannare och trovärdiga beslut om att starta ett projekt (Mäki, Rajala, Penttilä, 2010, s. 7).

Den information entreprenören får från en BIM-modell är mycket värdefullt. Med BIM kan entreprenören svara på dagens stränga tidtabeller och räkna kostnaderna snabbt och noggrant för att förverkliga ett projekt. Om man jämför BIM-baserad mängdberäkning med traditionell mängdberäkning är skillnaderna väldigt stora, eftersom i den traditionella beräkningen är resultaten direkt beroende på beräknarens personliga prestationer.

Fastän datorerna kommer att sköta om största delen av mängdberäkningen i framtiden betyder det dock inte att mängdberäkningsarbetet skulle minska. BIM-baserad mängdberäkning är ännu väldigt nytt och i många fall hamnar man räkna vissa mängder traditionellt. Precis alla mängder är inte ens lönsamt att räkna mha BIM (Virit, 2012) Utmaningarna i framtiden är det att man måste vid sidan om de normala beräkningsprocesserna också kunna behärska otaliga BIM-program. För planeringsstyrningen är största utmaningen att kräva bättre modeller och att hämta med nya verktyg fram olika lösningar för kostnadseffektivt byggande.

3.1. BIM-program

Nuförtiden finns det massor av olika BIM-program som hjälper oss i byggprocessens alla skeden. Fastän olika företag använder sig av olika BIM-program finns det alltid program som passar till kostnadsberäkningsprogrammet. Som exempel har Tocoman utvecklat iLink-filöverföringsapplikation för ArchiCad, Revit och Tekla. Kvaliteten och effektiviteten för beräkningarna är direkt beroende av programmets egenskaper. Det, vilket program man väljer att använda, beror mycket på verksamheten. För mängdberäkning i bostadsproduktion lämpar sig ArchiCad och Revit alla bäst. Solibri har också utnyttjats i mängdberäkningen men egentligen används programmet mest för granskning av kollisioner mellan byggnadsdelar.

Under beräkningsprocessen är man mest intresserad av arkitektmodellen. Konstruktionsmodellen kunde vara bra att använda i vissa skeden, t.ex. för att få noggrannare dimensioner på balkar, pelare osv. I de flesta fall så finner man dock samma bärande konstruktioner i arkitektmodellen som i konstruktionsmodellen. I sådana här fall måste man bestämma, för att undvika dubbelräkning, vilka mängder som räknas från ena modellen och vilka mängder som räknas från andra modellen. Som tumregel har man bestämt att räkna mängder från den modell där mängdinformationen är noggrannast och mest omfattande (RT 10–11072).

I framtiden hoppas man på allt mångsidigare men samtidigt också allt enklare BIM-program. Här är det mycket viktigt att programtillverkarna och planerarna kommunicerar sinsemellan så att de skapar sådana modeller som mängdberäknaren kan använda. De allmänna kraven för BIM-modeller (YTV 2012) är en bra utgångspunkt, men även programspecifika utbildningar behövs (Kipinäinen, 2012). En BIM-modell utan god

mängdinformation är endast en normal 3D-modell och sådana modeller kan tyvärr inte utnyttjas i mängd- och kostnadsberäkningen.

4. Användning av BIM i mängd- och kostnadsberäkning

Nuförtiden är BIM-modeller för olika projekt sinsemellan väldigt diverse ur synvinkeln av mängd- och kostnadsberäkning. Vissa planerare sätter mera tid på att skapa en bra modell, där åter vissa andra planerare håller den traditionella planeringen som ett bättre alternativ och inte förstår de fördelar som modellerna medför i hela byggprocessen. Meningen med examensarbetet är inte att försöka hitta skyldiga för dåliga modeller utan närmare att försöka hitta alternativa lösningar för att i framtiden kunna få bättre modeller till mängd- och kostnadsberäkningen. För att BIM-modeller skall kunna utnyttjas allt mera i framtiden måste tyngdpunkten fästas i egen planeringsstyrning. I planeringsstyrningen är det meningen att presentera organisationens krav för BIM-modeller. Med en god ledning av planering kan man påverka direkt på modellen och dess kvalitet, vilket i sin tur leder till bättre och effektivare beräkningsprocess (Mäenpää, Jarkko, 2012).

4.1. Fördelar

Nuförtiden kan man med BIM räkna de mängder som representerar grupperna 2, 3, 4 och 5 i Talo 80-systemet. Dessa är grundkonstruktioner, stomkonstruktioner, kompletterande konstruktioner samt ytkonstruktioner. Fördelen med BIM här är det att de mängder man söker är exakta. Jämfört med den traditionella mängdberäkningen sker det inga misstag, eftersom mängderna inte baserar sig på personliga prestationer. Tack vare BIM behöver inte beräknaren direkt komma ihåg vilka mängder han redan räknat, eftersom programmen meddelar beräknaren i realtid hur mycket av konstruktionen som är behandlad. Dessutom kan all information publiceras per byggnad, sektion, våning osv., vilket betjänar åter i sin tur byggarbetsplatsen.

För att räkna mängder på hustekniska arbeten utnyttjas BIM endast för krockgranskningar och installationer på bygget (Filppula, 2012). Från modellen får man ut de mängder som utgör ca 40 % av alla byggkostnader. I praktiken kan man inte få ut mera, eftersom hälften av alla kostnaderna baserar sig på byggherrens egna kostnader, hustekniska arbets- och materialkostnader samt arbetsplatsens drifts- och samkostnader. Här används inte BIM för ren kostnadsberäkning, utan närmare för visuella granskningar.

4.2. Nackdelar

Nuförtiden hamnar man jobba vidare med modeller eftersom de inte direkt passar som sådana till mängd- och kostnadsberäkning. Problemet är inte brist på information i modellen, utan närmare det att modellen inte byggs upp rätt (användning av rätta verktyg) och konstruktioners namngivning och gruppering följer inte ett logiskt system. P.g.a. brister i modeller kan man konstatera att BIM-baserad mängd- och kostnadsberäkning inte passar till beräknare med mindre erfarenhet. Dom mängder man tar ur modellen måste även kunna bevisas vara rätta. För skickliga beräknare skapar detta inga större problem, men för den mer oerfarna måste det hittas på olika system för att granska riktigheten hos mängdinformationen. Ett bra sätt är att utnyttja referenser för jämföring. Att räkna mängder både från modellen och pånytt från pappersritningar är inte huvudsakliga idén för BIM-baserad mängdberäkning. Mera av de olika problem man har stött i BIM-modeller presenteras i kapitlet ”Praktiska exempler”.

4.3. BIM-modellens utveckling i byggprocessen

Då man ser på hur en BIM-modell utvecklas under ett byggprojekt kan man dela processen i olika skeden. I de flesta fall sker kostnadsberäkningen redan i det skedet då modellen är preliminär p.g.a. projektets stränga tidtabeller. Dessa modeller är oftast skissartade och mycket måste uppskattas. Ifall tidtabellerna skulle ge efter skulle man i kostnadsberäkningen önska en likadan modell som används i själva byggskedet. I denna modell fusioneras alla discipliner, vilket innebär allt mängdnoggrannare BIM-modell. I de allmänna kraven för BIM-modeller (YTV 2012) delar man ännu modeller i noggrannhetsgrupper. Grupperna är tre stycken, där tredje nivån är mest krävande. Meningen med en modell i första nivån är nästan helt och hållet för allmän kommunikation och passande av olika konstruktioner sinsemellan. En modell i andra nivån utnyttjas i mängdberäkning och energi-analysering. I praktiken skulle modellen för energi-analysering kunna befinna sig på nivå ett, eftersom modellen inte behöver vara så detaljerad. Modellen är placerad på nivå två, eftersom man oftast vill utnyttja modellen både i mängdberäkning och energi-analysering. Modell på tredje nivån används främst för anskaffning av material, uppgörning av tidtabeller, arbetsledning osv. (RT 10–11068). Denna modell påminner redan mycket ”as-built”-modell.

4.4. Praktiska exempel

I modellgranskningarna har man haft som utgångspunkt att finna olika brister och problem i modellens uppbyggnad. Så som tidigare har nämnts är det alltså inte meningen att hitta skyldiga för dåliga modeller, utan närmare att försöka styra planeringen så att man skulle få bättre modeller i framtiden till sitt förfogande. Eftersom projektena kommer att vara allt större och mångfaldiga i framtiden kommer BIM-programmerna att spela stor roll för att behärska och kontrollera allt större projekt.

I modellgranskningarna har man kartlagt huruvida modellerna följer de allmänna kraven för BIM-modeller (YTV). Mest uppmärksamhet har man lagt på gruppering och namngivning av konstruktionstyper, logisk användning av komponenter och krockar/skärningar/kopior mellan konstruktioner och komponenter. De flesta problemen har man hittat med Solibri Model Checker. Ur synvinkeln av mängdberäkning är toleranserna i programmet onödigt stränga och därför beaktas inte de alla krockar och skärningar mellan konstruktioner som programmet meddelar.

De allra vanligaste problemen man har hittat i modellerna är sättet att namnge och indentifiera konstruktionstyper. I vissa modeller har man använt t.ex. verktyg för yttervägg för att rita mellanväggar. I detta fall kan konstruktionen ha rätt ID men konstruktionstypen i programmet är fel. Problemet märks då man söker mängder genom att gruppera dem enligt namn på konstruktionstyp och inte enligt ID. I princip kan planeraren använda vilket system för namngivning som helst, men man hoppas gärna att det skulle följa något visst logiskt mönster allt från början till slut. Dessutom vore det bra att nämna systemet för gruppering och namngivning i BIM-beskrivningen som publiceras till lika med BIM-modellen i projektbanken.

Andra vanliga problem i BIM-modeller är användning av färdiga objekt. Vissa materialleverantörer gör färdiga objekt över sina produkter (t.ex. trappor, räcken och fönster) som planeraren enkelt kan använda. Om modellen tillverkas bara för att få marknadsföringsbilder är objekten bra att använda. Objekten får bilderna att se visuellt väldigt verkliga ut. Ur synvinkeln av mängd- och kostnadsberäkning hoppas man att planerarna skulle undvika att använda färdiga objekt. Problemet är det att man inte får ut mängdinformation med rätt enhet, vilket leder till att mängderna måste räknas skilt för hand.

I modeller har man även stött till på problem som har att göra med konstruktioners våningsinformation. Alla byggplatser är oftast mer intresserad av område- och våningsgrupperade mängder än helhetsmängder. Detta har att göra med planeringen av arbetet i praktiken (t.ex. hur mycket material för en viss väggtyp skall lyftas till en viss våning) och det att mängderna inte behöver räknas på nytt på bygget. I modellerna befinner sig varje konstruktionstyp visuellt i rätt våning men informationen är oftast fel eller bristfällig. Problemet märks då man gör visuell granskning på modellen våning för våning.

5. Slutsats

I framtiden är största delen av byggprojekten mer eller mindre BIM-projekt. BIM hämtar med sig olika möjligheter som olika parter i projektet kan dra nytta av. Examensarbetet har tydligt visat det att utveckling av BIM inte har skett i samma takt som användandet av det. Allt för många ser utnyttjande av BIM allt för svårt och håller därför fast vid gamla rutiner.

Orsaken till olika problem i modeller beror på dålig planerings- och modelleringsstyrning. De som styr planeringen, dvs. projektcheferna, får inte tillräcklig information om det hur man vill utnyttja modellen senare i mängdberäkningsprocessen (Mäenpää, Jarkko, 2012). När man beställer av planeraren en BIM-modell måste man redan vid det skedet veta var modellen kommer att användas. Meningen är att redan i planeringsskedet organisera byggarbetsplatserna så att i alla byggarbetsplatser finns åtminstone en person som har kunskaper i utnyttjande av BIM. Nästan hälften av BIM-modellers utnyttjandegrad baserar sig på utnyttjande av BIM i anskaffningar, uppgörande av tidtabeller och arbetsplanering. På det här sättet ökar man utnyttjandegraden och så att alla kan använda modellen allt från början helt felfritt, dvs. effektivare. Ur kostnadssynvinkel lönar det sig att beställa en BIM-modell redan för planeringsstyrning (t.ex. för krockgranskning mellan olika konstruktioner). Märkbar besparingspotential finns, ifall man kan hämta helt felfria tekniska dokument (främst ritningar) från planeringsbordet till bygget.

Tillfällig lösning till problemen är att man inte strävar efter kvantitet utan kvalitet. Man kan inte beställa en BIM-modell till ett projekt om man inte kan styra planeringen enligt företagets krav och direktiv för modellering. Samtidigt måste man också kunna övervaka planeringen och modelleringsprocessen. LMK:s modelleringsdirektiv är bra men lönar sig att utveckla även i framtiden. Likaså borde reseptbiblioteket uppdateras och utvecklas för att kunna utnyttjas effektivare i mängd- och kostnadsberäkningsprocessen.

Bästa slutresultat nås mellan ett bra samarbete mellan projektledningen, kostnadsberäkningsgruppen och planerarna. Mängdberäknarna måste även i framtiden presentera olika problem och brister som de hittar i modellerna för att undvika motsvarande problem i följande modell. Med hjälp av BIM kan man och lönar det sig att räkna alla mängder helt själv.

När man övergår till nya verksamhetssätt sker det aldrig enkelt och smidigt. Nya system, program osv. kräver en hel del arbete av hela organisationen. Man måste hitta tid för att testa olika system, eftersom dessa har senare märkbara influenser till företagets lönsamhet i affärsverksamheten. För att BIM skall utvecklas och användningen ökas i framtiden behöver man ständig uppföljning och rapportering. Meningen är att säkra att utvecklingen sker i rätt riktning och tillräckligt effektivt.