



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TIETOMALLIN HYÖDYNTÄMINEN TYÖMAALLA

TEKIJÄ:

Jukka-Pekka Pitkänen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Jukka-Pekka Pitkänen	
Työn nimi Tietomallin hyödyntäminen työmaalla	
Päiväys	17.5.2021
Sivumäärä	31
Toimeksiantaja Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tilaajana toimi Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy. Työn tavoitteena oli lisätä yrityksen tietämystä tietomallintamisen hyödyistä yleisesti ja tehostaa määrälaskentaa. Työn keskeiset selvitettävät asiat tietomallintamisen osalta olivat määrälaskenta, visuaalisuus, perehdyttäminen, suunnitelmat, alue-suunnitelma ja rakennusliikkeen hankinnat.</p> <p>Opinnäytetyö alkoi tekemällä Excel-taulukot suunnittelijalle tietomalli vaatimuksista ja määrälaskenta taulukoista. Taulukon nimikkeet ovat Talo2000 nimikkeistön mukaiset ja taulukko on työmaakohtainen, jota tarvittaessa muokataan tuleviin hankkeisiin sopivaksi. Opinnäytetyön teoriaosassa kerrotaan aluksi tietomallintamisesta yleisesti. Tämän jälkeen työssä käydään läpi tasovaatimuksia ja työmaan toteutukseen liittyviä asioita. Teoriaosan lopussa käydään syvemmin läpi tietomallin hyödyntämistä määrälaskennassa ja hankinnoissa. Opinnäytetyön lopussa on käyty läpi johtopäätökset liittyen mallin hyödyntämiseen Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy:ssä.</p> <p>Tietomallintaminen on järkevä ratkaisu rakennushankkeessa, kun se tehdään järkevästi palvelemaan kaikkia osapuolia. Tekemällä kattava tietomalliohje ja suunnitelma saadaan hyödynnettyä tietomallia parhaiten. Työmaan kulun osalta aluesuunnitelman teko 3D muodossa on suotuisaa, koska tällä tavalla sitä saadaan hyödynnettyä myös perehdyttämis- vaiheessa. Määrälaskennan ja hankintojen osalta laskenta nopeutuu, kun tiedot saadaan taulukkomaisesti hankkeen alkuvaiheessa. Yhteistyö suunnittelijan kanssa on tärkeässä asemassa, kun tietomallia ollaan ottamassa käyttöön työmaalla. Jatkotutkimusta mieltien järkevää olisi tutkia tietomallintamista aikataulun kannalta, ja yhdistää malli aikataulun kanssa.</p>	
Avainsanat Tietomallintaminen, määrälaskenta, tietomalliohje, 3D, tasovaatimus	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering	
Author Jukka-Pekka Pitkänen	
Title of Thesis Introduction of 3D Modelling on a Construction Site	
Date 17 May 2021	Pages 31
Client Organisation Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy	
<p>Abstract</p> <p>This final project was commissioned by the construction company Piirainen & Pitkänen Oy. The aim of the final project was to increase the company's knowledge of the benefits of data modeling in general and to enhance quantity surveying. The key issues to be clarified in the final project in terms of 3D modeling were quantity surveying, visualization, introduction, drawings, construction site plan and the company's purchases.</p> <p>The work was started by creating Excel charts of the requirements for 3D modeling and quantity surveying for the designer. The labels of the chart were made following the Talo-2000 nomenclature. The chart was made for a certain building site, but it can be modified to future sites if necessary. The beginning of the theoretical part of the final project contains information about 3D modeling in general. After that, the requirements for quality standards and issues to be considered on building site were discussed. At the end of the theoretical part, the utilization of the 3D-model in quantity surveying and purchases were discussed in more detail. The conclusions of the use of the 3D modeling in Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy are presented at the end of the thesis.</p> <p>The 3D modeling is a good tool in a building project when it is done rationally to serve all the parties of the project. The 3D modeling can be best utilized by making comprehensive instructions for its use. Considering the site's progress, making the area plan using 3D format is beneficial, because this way it can be utilized in the introduction phase as well. For quantity surveying and purchases, the calculation is faster when the data is saved in a tabular form at the beginning of the project. Co-operation with the designer plays an important role when the information model is being implemented on site. Considering further research, it would be sensible to study 3D modeling in terms of schedule, and to combine it with the model.</p>	
<p>Keywords</p> <p>3D modeling, construction site plan, visualization, quantity surveying</p>	

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy:lle. Haluan kiittää erityisesti yritystä, jolle sain tehdä kyseisen työn, suunnittelijoita ja muita, jotka ovat auttaneet minua työssäni.

Haluan kiittää myös työnohjaajaani Viljo Kuusela hyivistä neuvoista ja ohjauksesta.

Kuopiossa 17.5.2021

Jukka-Pekka Pitkänen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	TIETOMALLINTAMISEN TEORIAA.....	9
2.1	Mallinnus.....	9
2.2	Tietomallintamisen yhteistyö.....	9
2.3	Tietomallisuunnitelma ja rakennuttajan tietomalliohje	9
2.4	Bim kehitystasot	11
2.5	Eri vaiheitten tietomallit.....	12
2.6	Tietomallintamisen mahdollisuudet.....	13
3	TYÖMAAN TOTETUS	15
3.1	Hankinnat.....	15
3.2	Kustannusarviot.....	16
3.3	Rakennustyömaan aluesuunnitelma	16
3.4	Työmaan havainnollistaminen ja perehdytys.....	17
4	MÄÄRÄLASKENTA.....	19
4.1	Taustatietoa määrälaskennasta.....	19
4.2	Määrälaskennan prosessi.....	19
4.3	Ongelmakohdat	20
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	22
5.1	Työn alku	22
5.2	Tiedon hankkiminen.....	22
5.3	Rakennusprojektin aloitus.....	22
5.4	Valmisteluvaihe.....	23
5.5	Rakennusosa-arvio menettely	25
5.6	Aluesuunnitelma ja perehdyttäminen.....	26
5.7	Havainnollistaminen	27
5.8	Työmaan toteutus.....	27
6	TULOKSET JA POHDINTA.....	29
	LÄHTEET	31

KUVALUETTELO

KUVA 1. Tietomallisuunnitelma (Tietomallinnussuunnitelma Roihupellon kampus, Marko Rajala.)	10
KUVA 2. Kuvassa on esitetty viisi eri tasoa graafisesti (Building information modeling and guidelines Gsa 2019.)	12
KUVA 3. Kuvassa eri suunnitteluosapuolten tuottamat mallit (RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke. Ohjeita rakennuttajalle, 2010.).....	13
KUVA 4. Kuvassa on kohteen ikkuna ja oviluettelo (Asunto Oy Kuopion Pirtinkaari 14.)	15
KUVA 5. Työmaan 3D- aluesuunnitelma Kurkelan koulusta (Rakennusteollisuus. Koulutus ja esitysaineistot 2016, 32.).....	17
KUVA 6. Kuvassa on luonnos kohteen keittiöstä (Asunto Oy Kuopion Pirtinkaari 14.)	18
KUVA 7. Suunnittelijoiden määrälaskentakaavio (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7,6).	19
KUVA 8. Kuvassa eri suunnittelualojen malleissa esitettävät tuoterakenteet (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7, 21.).....	21
KUVA 9. Kuvassa suunnittelija näkee yleiset tasovaatimukset.	23
KUVA 10. Kuvassa näkyy osa tekemästani Excel taulukosta suunnittelijalle.	24
KUVA 11. Kuvassa esimerkki objektilistasta	24
KUVA 12. Kuva ArchiCadin objektiluetteloista	25
KUVA 13. Kuvassa esimerkki Taku-ohjelmiston laskelmasta.	26
KUVA 14. 3D-aluesuunnitelma (Tekla. Referenssit sosiaali ja terveystakeskus, 2017)	27

KÄSITTEET

BIM	Building Information Model on rakennusprosessin ja rakennuksen koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa.
LOD	LOD-taulukon tarkoituksena on kertoa muille mitä tietoa eri tasoista halutaan tietää graafisesti ja mittojen osalta.
Tietomallikoordinaattori	Tietomallintamisen suunnittelun, toimeenpanon ja valvonnan asiantuntija, joka ohjaa rakennushankkeen osapuolia tietomallin käytössä ja sen hyödyntämisessä.
Työmaanaluesuunnitelma	Aluesuunnitelma on työmaa-alueen käytön suunnitelma, jota täytetään työmaan edetessä.
YTV2012	Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaistujen tietomallivaatimusten päivitys toteutettiin vuosina 2011–2012 COBIM -hankkeen muodossa. Hankkeessa oli mukana useita rahoittajia.

1 JOHDANTO

Rakennuksen tietomalli (BIM) tarkoittaa rakennuksen ja sen prosessin elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Rakennukset ja rakenteet on esitetty tietomallissa kolmiulotteisesti. Tietomallintaminen on ollut käytössä rakennusalalla pitkään. Se on yleistynyt paljon nykyajan rakentamisessa, koska sitä on opittu hyödyntämään myös työmaalla. Rakennusalalla on käytössä yleiset tietomallivaatimukset.

Opinnäytetyön keskeinen tavoite on selvittää mitä hyötyjä mallintamisesta on rivitalotyömaalla ja mitä kaikkea tietoa siitä saa irti. Työn tavoite on tehdä suunnittelijalle tietomallivaatimuslista työmaakohtaisesti. Listasta selviää miten tarkasti jokainen rakenne pitää mallintaa ja mitä tietoa siitä halutaan, tämän on tarkoitus helpottaa ja tehostaa määrälaskentaa. Listassa on tarkoitus käydä läpi tietomallintamisen ohjeita (YTV2012) mallin mukaisesti. Taulukko tehdään Excel ohjelmalla Talon2000 nimikkeistön mukaisesti. Työssä tarkastellaan myös mallintamisen hyötyä hankintojen, alue-suunnitelman ja visuaalisuuden puolesta. Teoria työhön etsitään erilaisista internet lähteistä ja kirjoista. Opinnäytetyön lopussa on tarkoitus selvittää teoriaosassa käsiteltävät asiat.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy. Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy on kuopiolainen yritys, joka työllistää noin 10 työntekijää. Yritys on rakentanut rivitaloja, omakotitaloja, paritaloja, pienkerrostaloja, halleja ja myös pienempiä rakennuskohteita yli 30 vuotta. Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy tunnetaan laadukkaasta rakentamisesta. Yrityksen omistajuus vaihtuu lähitulevaisuudessa, ja yrityksen käytäntöjä on tavoitteena uudistaa.

2 TIETOMALLINTAMISEN TEORIAA

2.1 Mallinnus

Tietomalli on rakennuksen malli, eli se kuvaa fyysistä olemusta rakennuksen toteutustavasta ja toiminnasta siten, että rakennuksen tekijät, käyttäjät ja suunnittelijat saavat siitä tarvittavat tiedot. Tietomalli ei ole pelkästään visuaalinen kuva rakennuksesta vaan se kattaa rakennuksen ominaisuudet, joita voi hyödyntää myös työmaatuotannossa ja rakennusteollisuudessa. Tietokoneet ovat kehittyneet nykyään tehokkaiksi ja niiden avulla pystytään tekemään laajoja graafisia tietokantoja, joissa on tiedot rakenteista ja sitä täydennetään koko ajan hankkeen edetessä. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 15.)

Mallintamista aloitettaessa on mietittävä, minkälaisen tietomallin haluaa ja mihin sitä tullaan käyttämään. Vaihtoehtona on esimerkiksi tehdä kevyempi malli, joka auttaa suunnittelussa ja asennuksissa. On myös mahdollista tehdä laajempi tietomalli, joka toimii rakennuksen ylläpidossa. Tällöin jokainen komponentti on tehty vastaamaan asennettua tuotetta, ja komponenteista näkee laitteiden tunnuksot sekä huoltovälit. Kun tehdään niin sanottu täydellinen tietomalli, se vaatii enemmän työtä suunnittelijalta ja tilaajalta. (Tietomallintamisen suunnittelun uusi standardi, Äyräväinen 2017.)

2.2 Tietomallintamisen yhteistyö

Kun rakennusprojekti alkaa tärkeää on, että osallistujat keskustelevat toistensa kanssa ja tekevät yhteistyötä. Aluksi sovitaan mitä mallinnetaan ja miten tarkasti se tehdään, sekä samalla selvennetään, koska tietoa tarvitaan. Kun projekti alkaa niin valitaan tietomallikoordinaattori, joka neuvoo, ohjaa mallinnuskäytäntöjä ja on vastuussa eri mallien yhdistyksistä. On suositeltavaa, että tilaaja järjestää suunnittelijoiden ja projektinjohdon kanssa aloituspalaverin ennen suunnittelun aloittamista, jossa tarkennetaan mallin periaatteet. Sovittavia asioita ovat esimerkiksi (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 17.)

- mitä malleja tuotetaan ja niiden käyttö
- vastuuhenkilöt, tukihenkilöt ja tietomallikoordinaattori
- valitut ohjelmistot ja niiden versiot, mallinnusohjeet ja pohjat
- aikataulu
- laadunvarmistus
- mallintamisen tarkkuus ja toleranssit
- tietomalliselostuksen käyttö ja sisältö.

2.3 Tietomallisuunnitelma ja rakennuttajan tietomalliohje

Rakennusalalla ei varsinaisesti ole oikeaa tai jotain tiettyä ohjetta, miten mallintaminen tulee suorittaa. YTV2012 löytyy yleisiä mallinnukseen liittyviä ohjeita ja monesti suunnittelutoimistoilla on omia ohjeita. Pelkästään YTV2012 mukaiset ohjeet eivät tarkenna suunnittelijalle mitä hankkeessa pitää tehdä. Aina tilaajan ammattitaito ei riitä määrittämään ohjeita tietomallin laatimiseen ja sen tavoitteisiin, tällaisessa tilanteessa on suositeltavaa käyttää apuna tietomallikoordinaattoria. Jos hankkeen rakennuttaja osapuolet eivät määrittele kunnolla mallintamisen vaatimuksia ja ohjeita, niin tietomalli jää osittain vajaaksi eikä silloin miellytä kaikkia osapuolia. Konsultin ja rakennuttajan on haastava

löytää mallista oikeita asioita, jos he eivät ole olleet mukana suunnitteluvaiheessa. Silloin kun tietomalli tehdään väljästi, siitä ei saada täyttä hyötyä työmaa käytössä. Jos tietomalli on epätarkka sille ei ole käyttöä ja tällöin siitä maksetaan turhaan. Jokainen hanke on erilainen, eikä kaikkiin voida käyttää samoja toimintamalleja. Joten on hyödyllistä määrittää hankkeen tarpeet ja käytettävät resurssit. (Tietomallinnussuunnitelma ja sen merkitys, Kuusela 2021, 5, 8 16.)

Kun tietomalliohjeita laaditaan siinä, on vaarana, että tietomalli prosessin määrittäminen jää vähälle ja ohjeissa määritetään vain tietomallien sisältöä. Prosessi tavoitteineen ja käyttötapauksien kautta määrittää mallin sisällön, sekä sille asetetut vaatimukset (kuvasa 1 on esimerkki tietomallisuunnitelmasta). Tilaajan tietomalli ei myöskään saa olla liian vajaa, koska silloin se ei ole tarkoituksenmukainen. Rakennuttajalle ja suunnittelijalle haetaan ohjeella selkeää tavoitetta ja toimintamallia. (Tietomallinnussuunnitelma ja sen merkitys, Kuusela 2021, 20.)

15.9.2016	Tietomallinnussuunnitelma	3(6)
5.2 Tietomallien julkaisu ja laadunvarmistus	<p>Tietomallien julkaisu Tietomallit julkaistaan 1-4 viikon välein.</p> <p>Jatkuva laadunvarmistus Tietomallikoordinaattori laatii/ päivittää yhdistelmämallin 1-4 viikon välein. Tietomallikoordinaattori tarkastaa tietomallit ja laatii tarkastuksesta raportin. Suunnitelmat käydään tietomallien ja tarkastusraporttien avulla läpi suunnittelijapalaverissa, joita pidetään noin kahden viikon välein ja joissa sovitaan tarvittavat toimenpiteet sekä seuraavan jakson tietomallinnustehtävät.</p> <p>Tarkastuspisteet Määriteltyissä tarkastuspisteissä tehdään tietomalleille kattava tarkastus, jossa varmistetaan tietomallien vaatimustenmukaisuudesta.</p>	
5.3 Projektipankki	<p>Hankkeelle on perustettu projektipankki. Projektipankkiin tallennetaan reaaliaikaisesti hankkeessa syntyneet dokumentit ja raportit. Projektipankin aktiivista käyttöä edellytetään hankkeen kaikilta osapuolilta.</p>	
5.4 Tietomalliselostus ja tietomallintamisen vaiheiluotus	<p>Tietomalliselostus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tietomalliselostus toimitetaan projektipankkiin hankkeen alussa. Tietomalliselostusta päivitetään tarvittaessa, jos tehtävän sisältö muuttuu. - Tietomalliselostuksessa kuvataan <ul style="list-style-type: none"> o Kohteen tiedot o Tietomallintamisen vastuuhenkilö(t) yhteystietoineen o Yleiskuvaus käytettävistä lähtötiedoista o Sopimuksen mukaiset tietomallintamistehtävät (liitteeksi YTV2012 tehtävämäärittelylomake) o Käytettävät mallinnus ja tarkastusohjelmistot o Tietomallin rakenne ja mallinnusperiaatteet o Tyypitysperiaatteiden kuvaus o Poikkeaminen mallinnusohjeista <p>Tietomallintamisen vaiheiluotus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tietomallintamisen vaiheiluotuksessa kuvataan tietomallin sen hetkinen tilanne mm. asiat, jotka ovat päivittyneet tai ovat kesken. <ul style="list-style-type: none"> o Tiedostonimi o Julkaisuaikakohta o Tietomallin tai sen osien vaihe/valmiusaste o Erityishuomiot o Edellisen version jälkeen mallille tehdyt muutokset ja päivitykset o Tietomallille suoritettavat tarkastukset 	
6 Vaatimusmallit	<p>YTV:n perustason mukainen dokumenttipohjainen vaatimusten seuranta. Ei vaatimuksia tietomallien käytölle.</p>	
7 Tietomallintamisen vaatimukset	<p>Kohteen suunnittelu ja rakentaminen tehdään tietomallintamalla Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012, versio 1.0) osien 1-14 mukaisesti. (RT 10-11066 - RT 10-11079, LVI 03-10488 - LVI 03-10501)</p> <p>Kukin suunnittelija tutustuu ja noudattaa yleisiä ohjeita ja oman suunnittelulansan ohjeita. Suunnitteluryhmän kaikki mallintavat jäsenet tutustuvat ohjeeseen.</p> <p>Tietomallikoordinaattori</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tietomallikoordinaattorin tehtävät (YTV2012 osa11 mukaisesti) <ul style="list-style-type: none"> o Tietomallinnuksen aloituskokouksen järjestäminen 	

2.4 Bim kehitystasot

BIM kehitystaso eli LOD on toimialastandardi, joka määrittää miten tietomallin 3D-geometrialla pystytään saavuttamaan useita tasoja. LOD:issa ei ole vain graafisia objekteja vaan myös niihin liittyvät tiedot. Tasot on jaettu 5 eri luokkaan, jossa tarkoitus mallin on kehittyä karkeasta suunnittelusta täydellisiin piirustuksiin ja rakennuksiin. Bim kehitystasojen määrittely tapahtuu seuraavalla tavalla. (Building information modeling and guidelines Gsa 2019):

LOD 100

LOD 100 on verrattavissa luonnosmalliin eli projektin alkuun. Tässä vaiheessa malli on yleensä alkuvaiheessa. Rakennus on sijoitettu ja mitoitettu karkeasti. Välttämättä LOD 100:ssa ei ole vielä mallitietoja vaan analyysitietoja ja käsin piirrettyjä kuvia.

LOD 200

LOD 200 on kaavamainen suunnitelma. Siinä vaiheessa massamalli ja sen tiedot yhdistetään malliksi, joka on valmis dokumenttien luomista varten. Tämä on monesti yksi pisimmistä vaiheista, koska siinä käydään kaikki tiedot läpi, suunnitellaan ja kasataan malli. Objekti tiedot täytetään alustavasti perustiedoilla ja mitat lisätään useimpiin kohteisiin.

LOD 300



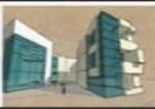

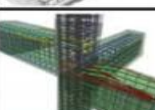

LOD 300 on vaihe missä kohteen dokumentit alkavat olla kasassa ja suunnittelu muuttuu tarkemmaksi. Tässä vaiheessa malli sisältää rakenteiden tarkan määrän, koon, sijainnin ja oikeat suhteet kaikista asennettavista kohteista. Koordinointi tulee vahvasti mukaan tässä vaiheessa eli eri suunnittelijat ovat yhteydessä toisiinsa, ettei tapahdu yhteentörmäyksiä rakenteissa.

LOD 400

LOD 400 tasossa on kohteiden asennusohjeet yksityiskohtaisesti. Elementin on mallinnettu erityisinä kokoonpanoina, joissa on täydelliset tiedot koosta, muodosta, sijainnista ja suunnasta. Koordinointi jatkuu LOD 400 jotta lopputulos säilyy oikeana.

LOD 500

LOD 500 on vaihe, jossa rakennusprojekti on rakennettu. Lopussa malli ja käyttöohjeet luovutetaan kiinteistöpäällikölle. Malli sisältää kaikki rakennusosat ja ne ovat tarkat. Objektit sisältävät tiedot, hinnat ja kaikki huoltoon liittyvät asiat, kuten ilmastointikoneiden suodattimien vaihtovälit.

Element-Oriented Modeling	As-Built	LOD 500		Operation Budget Occupancy Capacity Location LEED Class																			
	Fabrication and Assembly	LOD 400		Shape Areas Volumes Number of Levels Structural Systems Mechanical Systems Electrical Systems																			
System \ Component Oriented Modeling	Detailed Design	LOD 300		<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Component 1 Basement Space</td> <td>Geometry</td> <td>G1</td> <td>G2</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>Position</td> <td>P1</td> <td>P2</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>Specification</td> <td>S1</td> <td>S2</td> <td>...</td> </tr> </table> Component Attributes	Component 1 Basement Space	Geometry	G1	G2	...	Position	P1	P2	...	Specification	S1	S2	...						
	Component 1 Basement Space	Geometry	G1	G2		...																	
Position		P1	P2	...																			
Specification		S1	S2	...																			
Basic Design	LOD 200		<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Comp. 1.1 Basement Wall</td> <td>Geo.</td> <td>G1</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>Pos.</td> <td>P1</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>Spe.</td> <td>S1</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Comp. 1.2 Basement Floor Slab</td> <td>Geo.</td> <td>G1</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>Pos.</td> <td>P1</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>Spe.</td> <td>S1</td> <td>...</td> </tr> </table> Inter-model Dependency	Comp. 1.1 Basement Wall	Geo.	G1	...	Pos.	P1	...	Spe.	S1	...	Comp. 1.2 Basement Floor Slab	Geo.	G1	...	Pos.	P1	...	Spe.	S1	...
Comp. 1.1 Basement Wall	Geo.	G1	...																				
	Pos.	P1	...																				
	Spe.	S1	...																				
Comp. 1.2 Basement Floor Slab	Geo.	G1	...																				
	Pos.	P1	...																				
	Spe.	S1	...																				
Conceptual Information Model	Conceptual Design	LOD 100		<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">C.1.1.1 Wall Framework</td> <td>G</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">C.1.1.2 Wall Rein. Bar</td> <td>G</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>...</td> </tr> </table>	C.1.1.1 Wall Framework	G	...	P	...	S	...	C.1.1.2 Wall Rein. Bar	G	...	P	...	S	...					
	C.1.1.1 Wall Framework	G	...																				
P		...																					
S		...																					
C.1.1.2 Wall Rein. Bar	G	...																					
	P	...																					
	S	...																					
Client Requirements	Pre-Modeling		<table border="1"> <tr> <td rowspan="3">C.1.2.2 Floor Slab Rein. Bar</td> <td>G</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">C.1.2.1 Floor Slab Framework</td> <td>G</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>...</td> </tr> </table>	C.1.2.2 Floor Slab Rein. Bar	G	...	P	...	S	...	C.1.2.1 Floor Slab Framework	G	...	P	...	S	...						
C.1.2.2 Floor Slab Rein. Bar	G	...																					
	P	...																					
	S	...																					
C.1.2.1 Floor Slab Framework	G	...																					
	P	...																					
	S	...																					

KUVA 2. Kuvassa on esitetty viisi eri tasoa graafisesti (Building information modeling and guidelines Gsa 2019.)

2.5 Eri vaiheitten tietomallit

Eri vaiheitten tietomallit on määritelty seuraavalla tavalla (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 20–21):

Vaatusmalli

Tässä tilaajana toimiva henkilö esittää sähköisesti vaatimukset hankkeelle. Vaatusmalli on taulukomainen tilaohjelma, jota käytetään suunnitelma mallien ja tilaohjelmien vertailussa hankkeen ajan. Taulukosta pitää tulla ilmi pinta-alat ja vaatimukset kohteesta. Täydennyksiä voidaan tehdä käyttäjien ja tilaajan asettamilla vaatimuksilla kuten, ääneneristyksistä, energiankulutuksesta ja tilan sisäilmastosta.

Tonttimalli

Tonttimalli on minimissään kolmiulotteinen pintamalli eli se on osa arkkitehtimallia. Maaston tiedot saadaan mittaus ja kartta-aineistosta. Korjausrakennushankkeessa tarvitaan inventointimallia jolla, voidaan hallita lähtötietoja.

Tilamalli

Tilamalli syntyy objekteista, joihin on liitetty käyttötarkoitus ja tilan tunnistet. Jokainen tilaobjekti on kolmiulotteinen mallinnusosa, sitä rajaavat katto, lattiat ja ympärillä olevat seinät. Tilojen geometriasta voidaan laskea pinta-alatiedot ja tarvittavat tilavuustiedot. Yleensä tilamallit mallinnetaan arkkitehtimallinnuksen yhteydessä. Sitä voidaan käyttää myös energia-analyysin lähtötietona.

Tilaryhmämalli

Tilaryhmämalli on erikoistapaus, jossa tilaryhmät esitetään tilaobjekteina ja rakennusmassat eritellen eri käyttötarkoitusten mukaisesti ryhmiin.

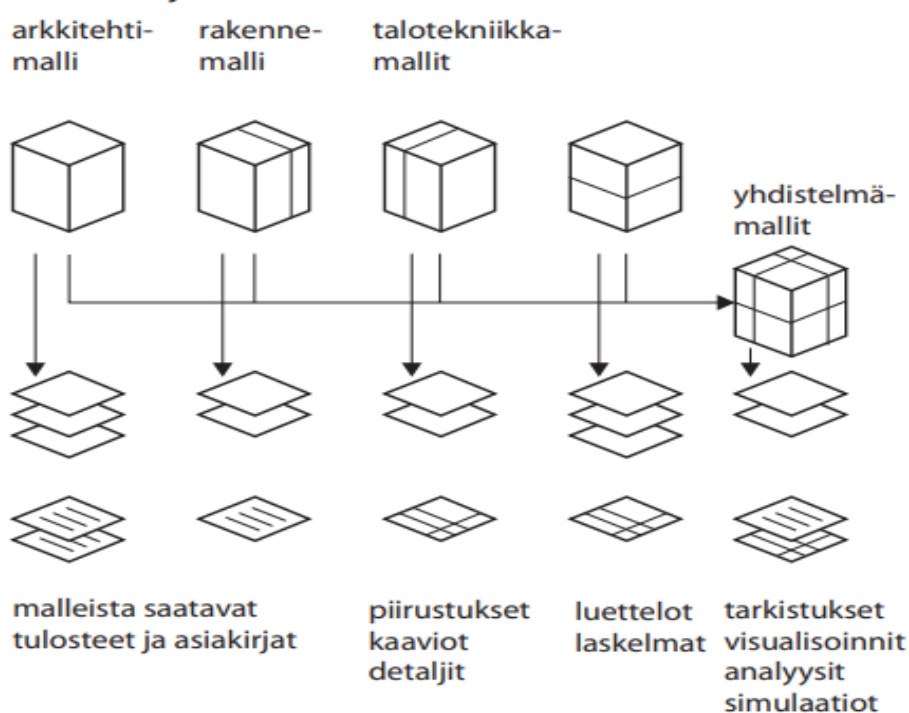
Rakennusosa- ja järjestelmämallit

Rakennusosa- ja järjestelmämallit ovat tärkeä vaihe suunnittelussa ja tiedonhallinnassa. Ne koostuvat pinta-alatiedoista, tilavuuksista ja ominaisuustiedot objekteista. Arkkitehdin rakennusosamalliin sisältyy rakennusosat ja tilat. Rakennesuunnittelija mallintaa rakennemallin, se sisältää kantavat rakennusosat, tilaajan kanssa erikseen sovitut ei kantavat rakennusosat ja muut oleelliset rakennetekniset osat. Järjestelmämalli on talotekniikan erilaisten järjestelmien malli. Molemmat mallit tarkentuvat suunnittelun edetessä ja näissä malleissa hyödynnetään YTV2012 ohjeita ja tarkkuustasoja.

Ylläpitomalli

Ylläpitomalli syntyy malleista, joita käytetään kiinteistöjen ylläpidossa. Tietomallin käyttö saadaan mahdollisimman laajaksi, kun käytetään avoimen tietomallinnuksen periaatetta. Silloin eri osapuolten tietomallit yhdistetään toisten käytettäväksi. Eri suunnittelijat tekevät ensin omat mallit jonka, jälkeen ne kaikki yhdistetään jo etukäteen sovittuun tiedostomuotoon, joita kaikki voivat lukea muilla suunnitteluohjelmilla ja ohjelmasovelluksilla. Tietomalleista voidaan tuottaa dokumentteja ja tarvittavia aineistoja suoraan.

Suunnittelijoiden tietomallit



KUVA 3. Kuvassa eri suunnitteluosapuolten tuottamat mallit (RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke. Ohjeita rakennuttajalle, 2010.)

2.6 Tietomallintamisen mahdollisuudet

Rakennusprojekteissa nykyään digitaalisuus on hyvin yleistä ja se on tullut vahvasti käyttöön. Yhä useampi rakennuttaja edellyttää, että tietomallinnusta käytetään suunnittelussa ja toteutuksessa rakennushankkeen alusta lähtien. Jos tuleva kiinteistö ei täysin palvele käyttäjän tarpeita, investointi on osittain turha. Tietomallista pystytään tuottamaan visuaalisesti hyvin tarkkoja ja todentuntuisia kuvia. Kuvat havainnollistavat kohdetta, joten tulevat käyttäjät sisäistävät hankkeen ja hahmottavat minkälaiset tilat ovat valmistumassa. Mallintamisella voidaan tarkastella rakennuksen ratkaisuja ja

lopputulosta jo ennakkoon. Tämä auttaa käyttäjää tekemään tiloihin ja suunnitelmiin liittyviä päätöksiä. (Tietomallinnusta kannattaa käyttää rakennushankkeen alusta loppuun, Valtonen 2019.)

Tietomallinnus tarjoaa myös hyötyjä rakennustyömaan kustannusten ja aikataulujen hallintaan. Mallin avulla projektiin liittyvät määrät, materiaalit ja massat on helppo listata ja kustannusarviot laatia. Silloin kun tarjousta miettivällä urakoitsijalla on käytössä mallista saadut tiedot ja luettelot, ei laskennassa tapahdu unohduksia, eli liian alhaisia urakkahintoja. Tällöin urakkahinta saadaan paljon realistisemmaksi. Rakennuttaja voi liittää määräluettelot tarjouspyyntöjen liitteeksi. Tämä helpottaa urakkatarjousten vertailua ja laatimista. Määräluettelot ovat tällöin samat kaikilla urakoitsijoilla, tarjouksissa kilpaillaan tämän jälkeen vain hinnoittelulla. Rakennuttaja saa tämän takia enemmän tarjouksia ja aidon hintakilpailun kautta hinta asettuu kohdalleen. Rakennuttaja pystyy myös vielä lisäksi hinnoittelemaan määräluettelon itse, jonka jälkeen syntyy yhdenvertainen käsitys urakoitsijoiden kustannuksista ja tämä taas vahvistaa rakennuttajan asemaa neuvotteluissa. (Tietomallinnusta kannattaa käyttää rakennushankkeen alusta loppuun, Valtonen 2019.)

Hankkeen tietomallia on mahdollista käyttää aikataulujen laatimiseen ja työmaalla viikkoaikataulujen tekemiseen. Mallista voidaan lisäksi ottaa eri rakenneosien määrätietoja, mikä toimii pohjana työmaan työsuoritusten ja aikataulujen laadinnalle. Samaa menetelmää on mahdollista käyttää hyväkseen myös työmaalogistiikan suunnittelussa ja toteutuksessa. Tietomalli kehittää myös rakentamisvaiheessa eri suunnitelmien yhteensovittamista. Palavareissa voidaan tunnistaa helpommin mahdolliset törmäyskohdat esimerkiksi talotekniikan ja rakenteiden kanssa. Tulevien käyttäjien läsnäolo suunnittelussa auttaa parantamaan tilojen kehittämistä mahdollisimman tehokkaiksi, kuten talotekniikan viemät tilat tietyissä tiloissa. (Tietomallinnusta kannattaa käyttää rakennushankkeen alusta loppuun, Valtonen 2019.)

Lopuksi parhaassa tapauksessa tietomalli päättyy kiinteistöhoitajalle, jos tietomalli on rakennettu oikein ja se on tehty huolellisesti, siinä on kaikki tarvittavat tiedot laitteiden ylläpitoon ja huoltohistoriaan, jonka perusteella voidaan laatia rakennuksen talotekniikan huolto- ja laitteiden elinkaarisuunnitelmat. Kokonaisvaltaiseen onnistumiseen tarvitaan mielenkiintoa rakennuttajalta ja rakennushankkeiden johtajilta. Hankkeen johtajan on vaadittava ja osattava johtaa projekti oikealla tavalla jokaisessa vaiheessa, tämä taas vaatii vahvaa koulutus pohjaa kyseisille henkilöille. (Tietomallinnusta kannattaa käyttää rakennushankkeen alusta loppuun, Valtonen 2019.)

3 TYÖMAAN TOTETUS

3.1 Hankinnat

Rakennusliikkeessä hankintoja tehdään paljon, monet hankinnat esimerkiksi liittyen työkaluihin tehdään jo ennen varsinaisen työmaan aloitusta. Hankintoja tehdessä on tärkeää tehdä tarjouspyyntöjä materiaaleista ja työvälineistä useampiin liikkeisiin. Rivitalotyömaalla isoimpia hankintoja ovat rakennusten elementit, ikkunat ja ovet, sekä isoimmat pintamateriaalit. Monesti materiaalin määrät vaikuttavat hankintojen hintoihin eli yhdellä kertaa kannattaa tilata suurempi määrä. Tehtaiden edustajilta suoraan tarjousta kysyttäessä hinta voi olla huomattavasti halvempi kuin esimerkiksi rautakaupoissa. Työmaalla on todella tärkeää, että materiaalit eivät pääse loppumaan työvaiheessa.

Hankintapaketti on yksi iso kokonaisuus urakasta tai materiaalista. Kustannustehokkuuteen päästäänkin, kun hankintapaketin tarjouspyynnöt tehdään hyvissä ajoin. Esimerkiksi elementtitehtaan kanssa rakennusten suunnitelmien läpi käyminen on hyvä aloittaa aikaisessa vaiheessa, jottei tule väärinkäsityksiä tilaajan ja toimittajan välillä.

Kuvassa 4 näkyy esimerkki ovi ja ikkunakaavioista. Ovi- ja ikkunahankinnat tehdään suunnittelijan tekemän kaavion mukaan. Mallista on myös mahdollista ottaa esimerkiksi ulkoseinäneliöt, jota kautta saadaan elementtitehtaalte jo etukäteen tehtyä tarjouspyyntöjä. Mallista on nopea tarkastaa kustannusarvion määriä ja mikäli määrät vastaavat laskettuja määriä, työmaa voi helposti luottaa mallista laskettuihin määrätietoihin. Hankinnat on mahdollista jakaa huoneistokohtaisiksi, mikä helpottaa huomattavasti hankintojen tekemistä. Tällöin jokaisesta huoneistosta tarvitaan materiaalit.

Littera	11A	12A	13A	14A	15A
Määrä	5	3	4	3	1
Karmimitat	1 490x1 590	1 490x1 590	1 790x1 590	1 790x1 590	590x590
Karmipaksuus (m)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Selle					
Näkymä ulkopuolelta					

Ikkunat:
Vakiovalmisteisia MSE puualumiini-ikkunoita, karmisyvyys 210 mm
Ulkopuolelta tummanharmaa RAL 7024
Sisäpuolelta valkoinen
U-arvo 1,0 W/m²K
Vakioheloitus
Tuuletusikkunan leveys 400 mm

Littera	LUO9	LUO10	LUO10
Määrä	3	1	3
Karmimitat	890x2 290	890x2 290	890x2 290
Karmipaksuus (m)	0,21	0,21	0,21
Käätisyys	V	V	O
Selle	Vier. ikkunan karmi h=1590	Vier. ikkunan karmi h=1590	Vier. ikkunan karmi h=1590
Näkymä ulkopuolelta			

Ikkunaovet:
Ulkopuolelta tummanharmaa f
Sisäpuolelta valkoinen
U-arvo 1,0 W/m²K
Vakioheloitus

Littera	VO9	VO9	VO9	VO9
Määrä	1	3	2	2
Karmimitat	990x2 090	990x2 090	890x2 090	890x2 090
Karmipaksuus (m)	0,21	0,21	0,09	0,09
Käätisyys	O	V	O	V
Selle		Värraston ovi	Värraston ovi	Värraston ovi
Näkymä ulkopuolelta				

A
K3
34
R41
UL
R41
A
PI
70

KUVA 4. Kuvassa on kohteen ikkuna ja oviluettelo (Asunto Oy Kuopion Pirtinkaari 14.)

3.2 Kustannusarviot

Kustannusarvioita on monenlaisia esimerkiksi tavoitehintalaskelma, jossa laskeminen perustuu hankkeen tiloihin ja niiden ominaisuuksiin. Tavoitehintalaskelma on mahdollista tehdä pelkän tilaohjelman perusteella eli suunnitelmia ei välttämättä tarvitse. Kyseistä laskentatapaa käytetään yleensä hankkeen budjetin tekemisessä ja vaihtoehto- ja vertailulaskelmat on mahdollista laatia tavoitehintamennettelyllä. (Kustannusarviot, Prodeco 2017.)

Yksi kustannusarvion tekemisen menetelmä on rakennusosa-arvio, joka voidaan tehdä jo luonnossuunnitelmien jälkeen. Sen avulla pystytään tarkistamaan, onko hankkeen suunnitelmat riittävän taloudelliset ja pysyvä kustannukset tavoitteessa. Rakennusosa-arvioista kustannukset näkyvät jo alkuvaiheessa, joten niihin on helppo vaikuttaa ajoissa. Laatiminen tapahtuu siten että rakennus jaetaan nimikkeisiin, jotka perustuvat suunnitelmista mitattuihin rakennusosiin ja niiden kustannuksiin. Tällä menetelmällä on helppo vertailla erilaisia suunnitteluratkaisuja ja niiden rakennuskustannuksia. (Kustannusarviot, Prodeco 2017.)

Tarkin menetelmä on suoritepohjainen kustannusarvio, joka on samalla myös kaikista aikaa vievin ja työläin. Tässä kustannusarviointissa suunnitelmien täytyy kokonaisuudessa olla jo lähes valmiit. Menetelmä laaditaan Talo 80 -järjestelmän mukaiseen taulukkoon, jossa materiaalit ja työ on laskettu tarkasti. Näitä arvioita käytetään yleensä tarjoushinnan laatimiseen ja kun halutaan tarkka hinta rakennusosalle tai jollekin tietylle työvaiheelle. (Kustannusarviot, Prodeco 2017.)

3.3 Rakennustyömaan aluesuunnitelma

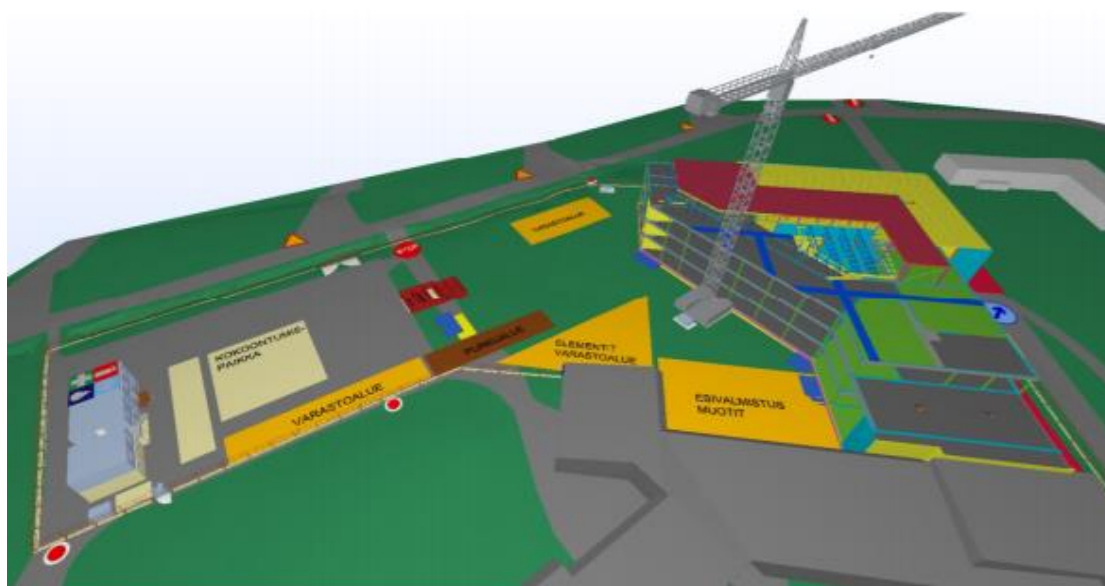
Aluesuunnitelma on rakennushankkeen koko toteutuksen ajan jatkuva vaiheittain etenevä toimintasarja. Se on osa tuotantosuunnittelua rakennushankkeessa. Aluesuunnitelma alkaa urakkalaskenta- ja toteutussuunnitteluvaiheessa. Rakennushankkeen tuotantosuunnitteluvaiheessa suunnitellaan työmaa-alueen käyttöä sen toteutuksen ajalla ja tehdään yleinen aluesuunnitelma. Alueen käyttö suunnitellaan rakennuksen laajuuden, ympäristön ja rakennusalueen ominaisuuksien perusteella. (Aluesuunnitelman laadinta ja käyttö RT C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu 2017, 1.)

Tietomallipohjaisessa aluesuunnitelmassa on oltava työmaan tontti kaikkine rakennuksineen sekä kaikki perinteisessä 2D-suunnitelmassakin olevat asiat. Väliaikaiset kulkutiet, varusteet ja tilavaraukset voidaan esittää täsmällisinä 3D-objekteina tai -komponentteina ja yksinkertaisina 3D-kappaleina. Mallintamien tulee tehdä niin, että suunniteltavat osat ovat helposti tunnistettavissa visuaalisesti. Aluesuunnitelmassa pitää tulla esille työmaan vaikutusympäristössä olevat liikennealueet ja nostureiden vaikutusalueella olevat rakennukset ja rakenteet. 3D- aluesuunnitelman täytyy olla helposti ymmärrettävissä ja sitä pitää pystyä käyttämään myös perinteisenä 2D-suunnitelmana. Objekteihin on liitettävä tarpeelliset selitykset ja tiedot riippumatta siitä, onko mallintaminen tehty karkeasti 3D-levyinä tai visuaalisesti helposti tulkittavina objekteina. (Tietomallipohjainen työmaan aluesuunnitelma, Tauriainen julkaisuaika tuntematon, 1.)

Työmaainsinöörin toimesta aluesuunnitelmaa päivitetään työmaalla koko projektin ajan, jotta se pysyy ajan tasalla. 3D-aluesuunnitelma voidaan tehdä esimerkiksi Revit-ohjelmistolla, jossa käytetään apua työmaanobjektikirjastoa (kuva 5). Alustava aluesuunnitelma kannattaa tehdä jo laskentavai-

heessa, jolloin määrätietoja voidaan ottaa mallista. Aluesuunnitelma edistää rakennustyömaalla tärkeitä tekijöitä, kuten turvallisuutta, siisteyttä ja työmaan käyttöä eli se on tärkeä osa tuotannon suunnittelua. Materiaalikäsitteilyn kustannuksia ja työmaan tuottavuutta voidaan myös parantaa hyvällä aluesuunnitelmalla. (Tietomallipohjainen työmaan aluesuunnitelma, Tauriainen julkaisu-aika tuntematon, 1.)

Tietomallipohjaisella aluesuunnitelmalla yksi tärkein asia on havainnollistaa riskialueita ja ulottuvuuksia. Siihen voidaan merkitä mahdolliset vaara-alueet ja hälytysajoneuvoille varatut kulkuväylät. Visuaalisuuden avulla ja rakentamiseen tarvittavan sisällön kautta voidaan tehostaa, varastointipaikkojen sekä väliaikaisten rakenteiden ja tarvikkeiden, kuten nostokaluston, apurakenteiden, työvälineiden, henkilöresurssien ja tilavarauksien hallintaa. Työmaalla tarvitaan aina tilaa väliaikaisille varastoille, kuten elementtien säilytykseen. Usein työmaalla ei ole vapaata tilaa liikaa, joten hyvällä suunnitelmalla tila saadaan mahdollisimman tehokkaasti käytettyä ja tämä parantaa myös työmaan työturvallisuutta ja tehostaa tuotantoa. (Tietomallipohjainen työmaan aluesuunnitelma, Tauriainen julkaisu-aika tuntematon, 1.)



KUVA 5. Työmaan 3D- aluesuunnitelma Kurkelan koulusta (Rakennusteollisuus. Koulutus ja esitysaineistot 2016, 32.)

3.4 Työmaan havainnollistaminen ja perehdytys

Perehdyttämisen tarkoitus työmaalla on kertoa uudelle työntekijälle tietoa säännöistä ja olosuhteista. Useilla työmailla on samoja toimintatapoja, silti yksikään työmaa ei ole identtinen. Erilaisilla työmailla on omat vaaratekijänsä. Perehdytyksestä selviää myös mahdollisten aliurakoitsijoiden töiden vaikutukset toimintaan. Työnjohdolla on aina vastuu perehdyttää työntekijät. Hankkeen alussa sovitaan, kuinka perehdytys tehdään. Vaihtoehtoina on niin sanottu perinteinen perehdytys, jossa työmaan aluesuunnitelmasta käydään läpi mahdolliset vaaratekijät ja kulkutiet. Tämän jälkeen työntekijältä tarkastetaan pätevyudet ja käydään työmaakerroksella. Lopuksi täytetään perehdyttämislomake. (Perehdyttäminen rakennustyömaalla, 2016, 1.)

Virtuaalisen perehdyttämisen kehittämisen taustalla on Sihdin toimialajohtaja Tuija Ivalon mukaan ollut se, että rakennustyömaat tarvitsevat monesti kirvesmiehen jo seuraavalle päivälle. Nopean aikataulun takia virtuaalinen perehdytys voidaan tehdä ennen työmaalle lähtöä. Perehdytystilanteessa työntekijä tarvitsee virtuaalilasit, kaksi liikeohjainta ja kooltaan 4 x 4 metriä tyhjän huoneen, jossa pystyy liikkumaan vapaasti ilman esteitä. Virtuaaliseen perehdytykseen on luotu rakennustyömaa, johon on sijoitettu kymmenen yleistä epäkohtaa. Tuleva työntekijä kulkee virtuaalilasit silmillä ja ohjaimet käsissä. Ohjeita järjestelmä antaa tekstin ja puheäänien avulla. Kun perehdytettävä huomaa epäkohdan hän osoittaa kohdetta ohjaimella ja painaa nappia. Perehdytyksen kesto riippuu siitä miten nopeasti kymmenen epäkohtaa löytyvät, mutta yleensä kesto on noin 10–15 minuuttia. (Virtuaalinen perehdytys suuntaa huomion työmaan vaarapaikkoihin, Ivalo, 2021.)

Visuaalinen näkymä on nykypäivänä tärkeää niin asiakkaille kun työntekijöillekin. Siitä saadaan selkeä kuva jo heti luonnosvaiheessa, eli minkälaisesta kohteesta on kyse. Mallintamalla on helppo vertailla eri vaihtoehtoja luonnosteluvaiheessa. Monesti asiakkaat näkevät tuloksen esimerkiksi keittiön suunnitteluvaiheessa, siinä vaiheessa on helppo nähdä muutoksien vaikutus.

Kun asunnot laitetaan myyntiin Internetiin, on tärkeää, että mallinnuksesta olisi kuvia. Siitä asiakkaat saavat selvän kuvan kohteesta. Nykyään pystytään myös mallintamaan maastokin todella samannäköiseksi mitä se on todellisuudessa. Tämäkin helpottaa muodostamaan hyvän kuvan kohteesta.

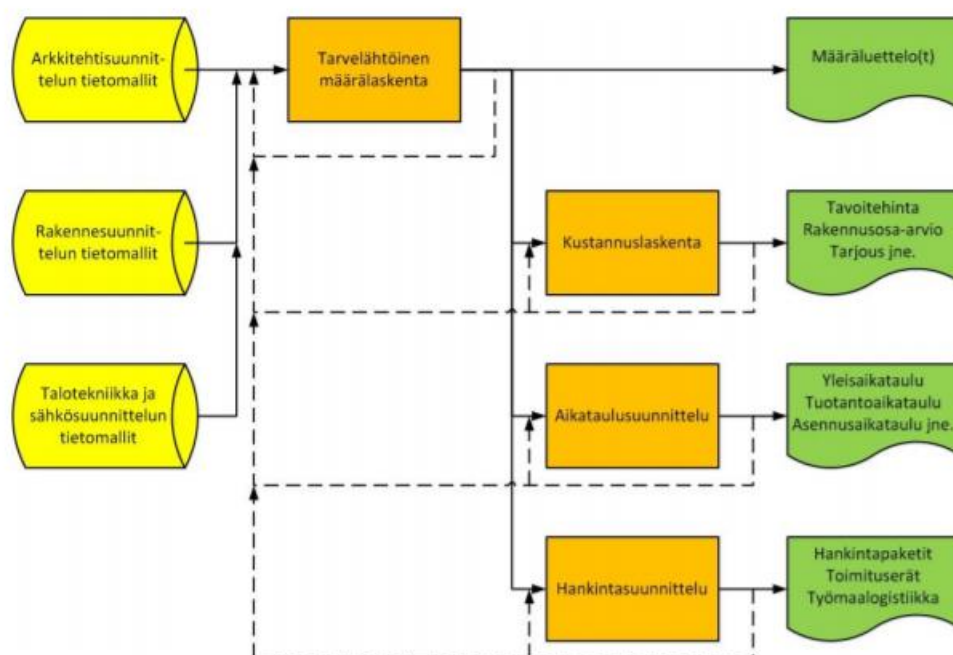


KUVA 6. Kuvassa on luonnos kohteen keittiöstä (Asunto Oy Kuopion Pirtinkaari 14.)

4 MÄÄRÄLASKENTA

4.1 Taustatietoa määrälaskennasta

Tietomallia apuna käyttäen on määrälaskentaa ja määrätietojen käyttöä mahdollista hyödyntää laskennassa huomattavasti. Manuaalinen mittaaminen voidaan korvata tietokoneavusteisella mittaamisella tietomallista. Määrät pystytään mittaamaan rakenne, arkkitehti, talotekniikka ja yhdistelmämal- leista. Kaikilla yhteishenkilöillä on mahdollista hyödyntää määrälaskentaa uusista näkökulmista. Tietomalliin perustuva määrälaskenta helpottaa määrälaskijan työtä huomattavasti ja kasvattaa ammat- titaitoa. Tietomallista ei kuitenkaan saada kaikkea tarvittavaa tietoa irti, eikä siitä voi laskea kaikkia hankkeen aikana tarvittavia tietoja. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7, 5.)



KUVA 7. Suunnittelijoiden määrälaskentakaavio (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7,6).

4.2 Määrälaskennan prosessi

Tietomallipohjaisen rakennuksen määrälaskenta eroaa perinteisestä paperidokumentteihin perustu- vasta prosessista monin osin. Onnistuminen vaatii (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7, 14, 15, 16):

Tutustuminen kohteeseen

Kohteeseen tutustuminen tehdään ennen ensimmäistä laskentaa. Tietomallin avulla rakennuskoh- teen laajuus ja kaikki muut ominaispiirteet on helpompi sisäistää. Lisäksi on hyvä tutustua myös kohteen muuhun materiaaliin, kuten rakennusselostukseen ja keskustella toimihenkilöiden kanssa.

Aineistojen kokoaminen

Ennen kuin määrälaskenta alkaa on koottava lähdeaineisto ja oltava varma siitä, että kaikista käytettävistä tiedostoista on käytössä oikea versio. Mallista on selvitettävä laskettavan määrätietojen kattavuus, eli mitkä nimikkeet ovat laskettavissa ja mitkä on laskettava muulla tavalla. Tärkeää on selvittää, onko malli mallinnettu oikealle tarkkuustasolle ja mistä osasta mallia määriä lasketaan. Määrälaskennan ulkopuolelle voi jäädä joitain rakennus- ja tekniikkaosia, tiloja, varusteita ja kalusteita. Jos mallissa jotain jätetään määrälaskennan ulkopuolelle, pitää selvittää miten osat tunnistetaan nimeämissääntöjen kuvatasoyhdistelmien avulla. Rakennusselostuksen osalta selvitetään, miten yhteneväinen se on, eli onko mallissa käytetty paljon samoja rakennetyyppejä. Rakennusselostuksessa pitää olla kaikki sovitut muutokset.

Määrälaskenta ja laskennan suorittaminen

Laskenta suoritetaan siihen soveltuvalla tietokoneohjelmalla esimerkiksi Solibrilla, jolla saadaan oikein mallinnetusta mallista määrät ulos. Käytettävän ohjelmiston ominaisuudet vaikuttavat siihen, miten tehokasta ja luetettavaa määrälaskenta on.

Ohjattu ohjelmallinen tunnistus ja laskenta

Rakennusosat ja tietosisältö mallissa pystytään ryhmitellä ja tunnistaa ohjelmiston kautta ja niistä saada tarvittava mittatieto määrälaskentaan. Tällöin tämä vaihtoehto auttaa mallia parhaiten. Määriä voidaan havainnollistaa ja laskea nopeasti, sekä luotettavasti tietomallin avulla. Määrien päivittäminen mallin uuden version avulla on tehokasta eikä määräasiantuntijan tarvitse muuttaa mallia.

Mallin täydentäminen

Tietomalleissa ei ole suoraan vaadittua tietoa määrälaskennasta, joten määräasiantuntija käyttää hyväksi mallissa olevia muita rakennusosia ja mallintaa puuttuvat tiedot. Jos mallintaa jonkin kohteen tietyllä työkalulla tämän jälkeen saman rakenteen määrät voidaan laskea melko luotettavasti ja nopeasti. Mallin avulla voidaan myös havainnollistaa määriä. Ongelmana voi tulla mallimuutoksien menetys, jos muutoksen tekemisessä on käytetty väärää työkalua ja sen jälkeen päivitetty mallia.

Laadunvarmistus

Kunnes määrälaskenta on suoritettu niin tulokset analysoidaan tarkkuuden, kattavuuden ja luotettavuuden osin. Tärkeää on tarkistaa, että kaikki määrälaskennassa mukana olevat nimikkeet on laskettu. Tarvittaessa laskennassa mukana olevat talotekniset ja rakennus osat visualisoidaan malliin kattavuuden arvioimiseksi. Sitä voidaan verrata tietomallin piirustuksiin. Kun laskentatarkkuus arvioidaan siinä, tarkistetaan määrät tunnuslukuvierailulla mahdollisiin referenssi kohteisiin.

Lopputuloksena syntyy määräluettelo, joka voidaan toimittaa kustannuslaskentaa ja muuhun tilaajan edellyttämään käyttöön. Tietomallipohjainen määrälaskenta antaa mahdollisuuksia havainnollistaa kohteita uudella tavalla.

4.3 Ongelmakohtat

Määrälaskenta tapahtuu usean suunnittelualan malleista niin syntyy monesti erialisia päällekkäisyyksiä. Kun arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan mallit yhdistyvät niin malleista voi esimerkiksi löytyä samoja kantavia rakenteita ja arkkitehti on usein mallintanut taloteknisiä laitteita kuten, lavuaarit,

suihkut ja valaisimet. Usean suunnittelualan malleja käytettäessä määrälaskennan lähtötietona, on päätettävä mistä mallista määrät halutaan laskea. Yleensä rakennesuunnittelijan ja talotekniikan malleissa on tarkempaa tietoa niihin kuuluvista osista ja laitteista kuin arkkitehdillä, jossa yleensä kyseiset osat ovat esitetty tilavarauksina. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7, 20.)

Tuoterakenteen ja tiedon lähde: x = ensisijainen (x) = toissijainen

Nimikkeet/ rakennusosat (Talo 2000 Hankenimikkeistö)	Arkkitehdin tietomalli	Rakenne- suunnit- telijan tietomalli	Tate- järjestelmä- malli(t)	Huom!
1.1 Alueosat				
1.1.1 Maaosat	(x)	(x)	(x)	
1.1.2 Tuennat ja vahvistukset		x		
1.1.3 Päällysteet	x			
1.1.4 Aluevarusteet	x			
1.1.5 Aluerakenteet	x	(x)		
1.2 Talo-osat				
1.2.1 Perustukset		x		
1.2.2 Alapohjat	(x)	x		
1.2.3 Runko	(x)	x		
1.2.3.1 Väestönsuojat	(x)	x		
1.2.3.2 Kantavat seinät	(x)	x		
1.2.3.3 Pilarit	(x)	x		
1.2.3.4 Palkit	(x)	x		
1.2.3.5 Välipohjat	(x)	x		
1.2.3.6 Yläpohjat	(x)	x		
1.2.3.7 Runkoportaat	(x)	x		
1.2.3.8 Erityiset runkorakenteet		x		
1.2.4 Julkisivut	x			
1.2.4.1 Ulkoseinät	(x)	x		

KUVA 8. Kuvassa eri suunnittelualojen malleissa esitettävät tuoterakenteet (Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7, 21.)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Työn alku

Opinnäytetyö alkoi määrälaskennalla tulevasta kohteesta, siinä vaiheessa laskenta tehtiin paperilla. Tämän jälkeen heräsi kysymys olisiko siihen jotain helpompaa tapaa laskea kuin perinteinen paperista laskenta. Sitten alkoi rakennusinsinööriopinnoissa syksyllä projekti, jossa käsiteltiin mallin hyödyntämistä rivitalotyömaalla. Kohteen rakennussuunnittelija antoi määräluetteloita väliseinistä. Määräluetteloista selvisi, että ne ovat hyvin epäselviä ja vaikeasti tulkittavia. Opinnäytetyöhön idea lähti-kin kehittää nimenomaan määrälaskentaa tulevaisuuden varalle. Yrityksessä selvisikin, että työ-johto ja työntekijät ovat kiinnostuneita tietomallintamisesta. Yrityksessä mallintamisen tietoperusta on vähäistä mutta kaikilla oli kiinnostusta aiheeseen.

Opinnäytetyön määrälaskennan kehitys alkoi Excel taulukon laatimisella, jossa käsitellään Talo 2000 mukaiset nimikkeet ja YTV 2012 mallinnusvaatimukset. Exceliin on lisätty myös objektilistat mistä suunnittelija näkee mitä tietoa mallista tarvitaan. Työssä oli myös tarkoitus saada tietoa yleisesti mallintamisen hyödystä yritykselle.

5.2 Tiedon hankkiminen

Tiedon hankkiminen alkoi aluksi suunnittelijan kanssa keskustelemalla ja mallia läpi käyden. Tarkoitus oli käydä läpi kohteen suunnitelmia ja mitä kaikkea tietoa niistä on mahdollista saada irti. Tämän jälkeen alkoi tutustuminen YTV2012 mukaisiin Tietomallivaatimuksiin, joissa kerrotaan laajasti monesta näkökulmasta ja vaiheesta mallinnuksesta. YTV2012 tietomallivaatimuksista saa selville, että vaatimusasteet ovat olemassa mallintamiseen monin puolin mutta ohjeet eivät ole kohdistettu tiettyihin kohteisiin vaan yleisesti. Yrityksen nykyinen kalustetoimittaja oli myös apuna, keittiösuunnittelija lähetti 3D-kuvia kohteen kalusteista. Kirjallisuutta tietomallintamisesta löytyi jonkin verran ja sieltä on poimittu muutamia kappaleita. Aiheesta löytyi ihan hyvin tietoa ja artikkeleista sai selville, että aihe on ajankohtainen ja moni muukin yritys miettii samoja asioita.

5.3 Rakennusprojektin aloitus

Suunnittelu alkaa käytännössä jo tontin hankkimisvaiheessa, jossa tulevista rakennuksista tehdään karkea pohjakuva. Tässä vaiheessa mallintamalla saadaan selkeä kuva tontin käyttötavasta ja rakennusten sijoittelusta. Monesti kaavavaiheessa rakennuksille on tiettyjä vaatimuksia, jotka voitaisiin esittää karkeasti jo hakemuksessa.

Luonnossuunnittelu vaiheessa sovitaan kaikki mallinnettavat asiat, ja käydään projektinjohdon ja suunnittelijoiden kanssa yhteiset pelisäännöt läpi. Tässä vaiheessa tilaajan olisi hyvä esittää lista vaatimuksista, jotta niistä voidaan sopia mahdollisimman alkuvaiheessa. Mallin ei tarvitse alkuvaiheessa olla valmis, mutta siitä pitää saada esille visuaalista puolta rakennuksista ja tontin käytöstä. Lopullisia suunnitelmia varten käydään vielä palaverit ja sovitaan lopuista vaatimuksista ja ohjeista. Huonosti tehty malli ei miellytä kumpaakaan osapuolta, eikä siitä saada tarvittavia tietoja irti. Kommunikaatio on tärkeää ja tarvittaessa tietomalli koordinaattorin hankkiminen on suositeltavaa. Koordinaattori selventää asioita mallinnusvaiheessa tilaajalle ja auttaa sen läpi käymisessä.

5.4 Valmisteluvaihe

Määrälaskennan kannalta mallin hyödyntäminen on järkevää ja se nopeuttaa huomattavasti kohteen alkuvaiheessa tehtävää laskentaa. Exceliin saa tehtyä määrällistä ja vaatimukset suunnittelijalle. Määrälistoja voidaan hyödyntää koko kohteen ajan esimerkiksi hankinnoissa. Projektin alussa pidetään palaveri suunnittelijoiden kanssa. Kohteen suunnittelu on selkeämpää, kun molemmat osapuolet ovat perillä suunnitelmista.

Excelissä taulukko selventää suunnittelijalle niin sanotut mallinnustasot, joista näkee miten tarkasti taulukkoa pitää täydentää. Alla olevassa kuvassa näkyy kolme tasoa, joista taso 1 tarkoittaa keventä käyttötarkoitusta, taso 2 on vaativampi ja 3 taso vaativin. Paremman tuloksen kuitenkin saa kuin tekee tarkemmat vaatimukset joka osa-alueesta ja jokaisesta työmaan vaiheesta.

Taso 1 Käyttötarkoitus on suunnittelijoiden välinen kommunikaatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennusosat on nimetty kuvaavasti.
Taso 2 Käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysit, rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennetyyppi määriteltä ja oikean niminen ja tuoteosat mallinnettu niin, että kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista.
Taso 3 Käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulut ja hankinnat; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, hankintaa varten oleelliset tiedot ovat attribuutti tms. kenttinä rakennusosissa ja ne voidaan listata (esim. ikkuna: tyyppi, aukkomitat, db-vaatimukset jne.).
TA=Tarveselvitys, HA=Hankesuunnittelu, EHD=Ehdotussuunnittelu, YS=Yleissuunnittelu, LUPA=Rakennuslupa, TOT=Toteutussuunnittelu, UR=Urakalaskenta, RA=Rakentaminen, VA=Vastaanotto, YL=Ylläpito P=Pakollinen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (P1, P2, P3=suosittelavat tasot) V=Valinnainen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (V1, V2, V3=suosittelavat tasot) Tyhjä=Ei normaali mallinnustehtävä; mallinnustapa ja -laajuus sovitaan hankekohtaisesti

KUVA 9. Kuvassa suunnittelija näkee yleiset tasovaatimukset.

Tarkennetusta taulukosta suunnittelija saa huomattavasti selväpiirteisemmän kuvan vaatimuksista. Taulukkoa on helppo päivittää eri kohteiden mukaisesti. Alla olevasta kuvasta saa selkeät tiedot ja tarpeet suunnittelijalle. Kun suunnittelija ja urakoitsija ovat molemmat ajan tasalla asioista saadaan lopputulokseksi onnistunut määrätaulukko, josta selviää määrät tarkasti. Mallinnuksen hyödyt tulevat esiin varsinkin, kun määriä on otettu useammasta työmaasta ja niitä voidaan verrata. Kyseinen vaihe nopeuttaa määrälaskenta vaihetta ja keventää työmaainsinööriä taakkaa.

TALO 2000 hankenimikkeistö	LUO	EHD	LUPA	UR	RA	YL	Huom
12 Talo-osat							
121 Perustukset							
		P1		P2	P2		
1211 Anturat (rakennemallin perusteella)		Anturan mitat.	Anturan m2 määrä ja raudoituksen vahvuus (mm).	Betonin määrä m3 ja raudoituksen jm määrä	Betonin laatu luokka.		Määrät talokohtaisesti
1212 Perusmuurit	P1	P1					
	Sokkeleiden materiaali eli harkko vai betoni.	Sokkelin mitat.	Sokkelin m2 määrä ja raudoituksen vahvuus (mm).	Betonin määrä m3 ja raudoituksen jm määrä	Betonin laatu luokka.		Määrät talokohtaisesti
1212 Peruspalkit							
1212 Ulkopuolinen pintarakenne							
1219 Erityiset perustukset							
122 Alapohjat							
		P1	P1	P2	P2		
1221 Alapohjalaatat		Alapohja laatan mitat.	Alapohja laatan m2 määrä ja rauditusverkon vahvuus (mm).	Alapohjalaatan betonin määrä m3 ja rauditusverko kg määrä.	Betonin laatu luokka.		Määrät talokohtaisesti

KUVA 10. Kuvassa näkyy osa tekemästani Excel taulukosta suunnittelijalle.

Alla olevassa kuvassa on objektilista, josta suunnittelija näkee mitä kaikkea tietoja tietyistä rakennusosista halutaan saada. Tarkoitus on helpottaa ja selkeyttää suunnittelijan työtä. Listan avulla suunnittelija mallintaa määrätty osat ja sen jälkeen tekee määräluettelopohjan avulla listan materiaaleista ja menekeistä.

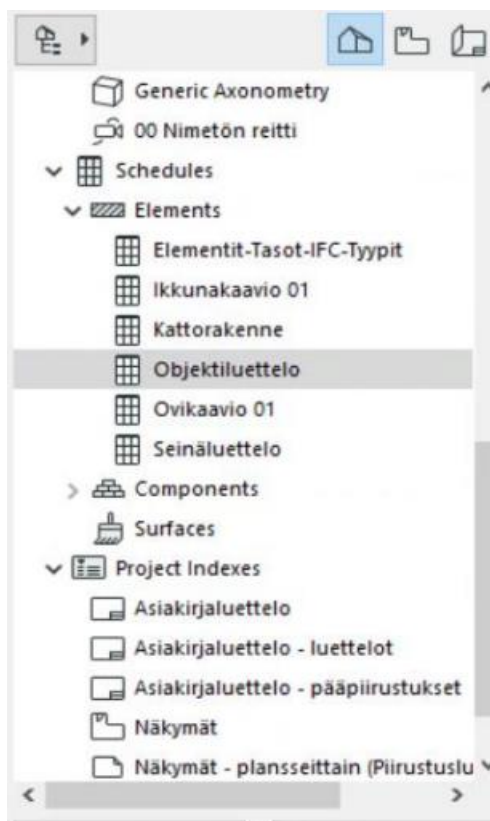
Mallinnettavat rakennusosat ja tilat sekä mallinnuksen tarkkuusastot			IFC-mallin kappaleiden tietosisältö												
Asunto	Nro	Osat	Hankintoja paineleva suunnittelu	Ensimmäiset mallinnustyökälyt ja nimikkeet	Tyyppi/nimi/ID	Talo 2000 (kuvataso)	Numero	Ovi- ja ikkunaliterna	dB-arvo / EI-arvo	Kpl-määrä	Pinta-ala (brutto)	Pinta-ala (netto)	Pituus, leveys, korkeus	Karniikkoko	Tilavuus m3
		11 Alueosat (Tontin malli)									X	X	X		X
		111 Maarakenteet									X	X	X		X
		1111 Rakennettavat alueet									X	X	X		X
		1114 Täyttörakenteet									X	X	X		X
		1115 Penkereet									-	-	-		-
		1119 Erityiset maarakenteet													
		113 Päällysteet		ASF, sora, nurmi, yms.							X	X	X		

KUVA 11. Kuvassa esimerkki objektilistasta

Hankintojen puolesta järkevää on vaatia suunnittelijoilta listat tarvittavista materiaaleista. Esimerkiksi valmiit ovi- ja ikkunaluettelot helpottavat tarjouspyyntöjen lähettämistä. Hankintojen kustannuksia voidaan ruveta selvittämään jo hyvissä ajoin, jos on tehty selkeät hankintapaketit. Valmiista kuvaluettelosta on hyötyä kustannuksien vertailussa, eli kun luettelo lähetetään eri toimittajille, saadaan vertailtua hintoja ja ominaisuuksia kätevästi. Isoimmista hankinnoista on suositeltavaa tehdä hankintapaketteja, joissa käydään läpi jo etukäteen esimerkiksi isoimpia työvaiheita kustannuksien osalta.

Rakennusliike Piirainen & Pitkäsen yksi isoimmista hankinnoista on rakennuksien elementit. Kun rakennukset mallinnetaan, on helppo näyttää elementtitehtaan edustajalle mitä rakennukselta vaaditaan. Tässä vaiheessa on kätevää käydä erilaisia vaihtoehtoja läpi esimerkiksi julkisivujen materiaalien kannalta. Tämä vaihe edellyttää hyvää yhteistyötä projektinjohdon, suunnittelijan ja elementtitehtaan edustajan kanssa.

Alla näkyvässä kuvassa näkyy kohta objektiluetteloita ArchiCadista, sieltä saadaan listat mallinetuista objekteista ja niiden määristä (kuva 12). Nykyisessä kohteessa luettelot eivät täsmää määrien kanssa. On tärkeää sopia suunnittelijan kanssa mitkä osat mallinetaan, ja miten tarkasti ne osat mallinetaan. Hyvin tehdyssä mallissa luettelot ovat selkeät, joten niiden avulla voidaan saada hankintoja tehtyä. Itsessään ei ole järkevää ottaa kyseistä ohjelmaa, koska se on hintava pelkästään määrien tarkasteluun. On olemassa myös ilmaisia katseluohjelmia, jolla voidaan tietysti tarkastella mallia.



KUVA 12. Kuva ArchiCadin objektiluetteloista

5.5 Rakennusosa-arvio menettely

Rakennusliike Piirainen & Pitkäsen ei ole käytössä rakennusosa-arvio menetelmä Tämä vaihtoehto sopii hyvin yritykseen, koska laskemat tehdään luonnossuunnitelmien pohjalta ja monesti kun luonnossuunnitelmat saadaan, alkaa määrälaskenta. Rakennusosa-arviossa on ideana Taku-ohjelmiston avulla ottaa määrät luonnossuunnitteluvaiheessa. Tällä tavalla saadaan tarkennettua kustannuksien paikkaansa pitävyyttä. Taku-ohjelmistossa saadaan säädettyä tarkasti tiedot ja indeksit paikkakunta kohtaisesti. Ohjelmassa listaan syötetään eri huoneitten koot ja kaikki tiedot rakennuksesta. Tämän jälkeen ohjelma laskee kustannusarvion kohteelle. Arvion tekeminen vaatii Taku-ohjelmiston ja

osaamisen käyttää ohjelmaa. Rakennusosa-arviolla voidaan vaikuttaa kustannuksiin jo alkuvaiheessa, koska se tehdään jo luonnossuunnittelu vaiheessa. Alla olevasta kuvasta näkee kuinka ohjelmisto muodostaa hinnan monipuolisesti kokonaisuudesta (kuva 13). Tarkasti tehtynä kustannusarvio on hyvin lähellä kohteen oikeaa hintaa.

TAKU™

TAVOITEHINTA

26.10.2018

Sivu 1/2

Opetuskäyttö

Savonia-ammattikorkeakoulu Oy

Hanke:	Vaihe:	Budjetointi
1.1 Asuntoyhtiö Miettinen / Pitkänen	Paikkakunta:	Kuopio
	Haastelu-nd:	89.0 / 1.2018
Opistotie 1	Hintataso:	92,3 / 10.2018
70100 Kuopio	Laajuus:	177 m2, 207 brm2, 637 rm3
	Hankekokor:	207 brm2
	Jakaja:	177 m2

PERUSTAMISKUSTANNUKSET, UUDIS - PÄÄRYHMITÄIN

Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m2	%
B1 Rakennuttajan kustannukset			
Suunnittelu ja tulkimukset	18 000	102	5,6
Rakennuttaminen ja valvonta	20 000	113	6,2
Liittymismaksut	3 000	17	0,9
Muut rakennuttajan kustannukset			
Yhteensä	40 000	226	12,7
B2 Rakennustekniset työt			
1 Alueytöt	11 000	62	3,4
1 Rakennuksen maatyöt	3 000	17	1,1
2 Perustukset ja kellarin erityisrakenteet	6 000	34	1,8
3 Runko- ja vesikattorarakenteet	77 000	435	24,3
4 Täydentävät rakenteet	20 000	113	6,5
5 Sisäpuoliset pintarakenteet	27 000	152	8,5
6 Kalusteet, varusteet, laitteet	15 000	85	4,7
7 Koneet ja laitteet	10 000	56	3,1
8,9 Työmaan käyttö- ja yhteiskust.	32 000	181	10,3
Kate	32 000	181	10,0
Yhteensä	232 000	1 309	73,8
B3 LVI-työt			
71 Lämmityslaitteet	5 000	28	1,5
71 Vesi- ja viemärytyöt	12 000	68	3,7
71 Muut putkiytyöt	695	4	0,2
72 Ilmanvaihtotyöt	5 000	28	1,6
72 Säätilalaitteet	2 000	11	0,6
72 Muut iv-työt	815	5	0,3
Yhteensä	25 000	141	7,9

TAVOITEHINTA

Sivu 2/2

Talo 80 -nimikkeistö	€	€/m2	%
B4 Sähkötyöt			
Valaistus	2 000	11	0,8
Sähkön jakelu	2 000	11	0,7
Sähkökeskukset	4 000	23	1,2
Muu sähkö	4 000	23	1,1
Yhteensä	12 000	68	3,8
B5 Erillishankinnat			
BL.B5 Rakennuskustannukset yhteensä	399 000	1 744	98,1
Muut kustannukset			
Tontti			
Toimintavarustus			
Toiminnan ylläpito			
Rahoitus			
Hankevaraukset	6 000	34	1,9
Muut kustannukset	6 000	34	1,9
PERUSTAMISKUSTANNUKSET	315 000	1 778	100,0
Arvonlisävero 24% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	76 000	429	
PERUSTAMISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ	390 000	2 207	

08 © Harkkula-Kokkonen Oy

KUVA 13. Kuvassa esimerkki Taku-ohjelmiston laskelmasta.

5.6 Aluesuunnitelma ja perehdyttäminen

Aluesuunnitelman voi tehdä joko perinteisellä tavalla eli 2D-kuvana tai mallintamalla. Jos rakennuskohteeseen mallinetaan, niin aluesuunnitelman kannattaa mallintaa. 3D-aluesuunnitelma antaa katsojalle paljon laajemman kuvan visuaalisesti kohteesta ja sen käytännöistä. Monesti varastointipaikat ja roskalavojen sijainti muuttuu työmaalla, eli aluesuunnitelmaa täytyy päivittää hankkeen edetessä. Työmaainsinööri huolehtii työmaalla, että aluesuunnitelma on ajan tasalla. Hyvin tehty aluesuunnitelmaa tehostaa työmaan turvallisuutta, varastointipaikkoja ja logistiikan kulkua. 3D-aluesuunnitelmasta saadaan parempi kuva nosturin ulottuvuuksista, ja siinä on myös helppo vertailla eri vaihtoehtoja, toisin kuin 2D-luesuunnitelmassa.



KUVA 14. 3D-aluesuunnitelma (Tekla. Referenssit sosiaali ja terveystakeskus, 2017)

Perehdyttäminen on tärkeä vaihe uusille työntekijöille ja aliurakoitsijoille. Mallinnetusta aluesuunnitelmasta on hyötyä myös perehdyttämisen vaiheessa, koska siitä saadaan selkeä visuaalinen kuva ennen kuin edes astutaan työmaalle. Perehdyttäminen on mahdollista tehdä myös VR lasseilla videon kautta, mutta tämä käytäntö on tarkoitettu enemmänkin kiireisiin ja isoihin kohteisiin.

Hyvällä perehdytyksellä ehkäistään huomattavasti työturvallisuuteen liittyviä riskejä. Tehokkain perehdyttämistyyli on katsoa työmaata läpi 3D aluesuunnitelmasta aluksi ja sen jälkeen käydä riskikohdat läpi sekä yrityksen yleiset käytännöt. Lopuksi perehdytettävä täyttää vaaditun lomakkeen ja työnjohtaja allekirjoittaa sen.

5.7 Havainnollistaminen

Visuaalisuus on tärkeä asia markkinoinnissa. Mallintamalla kohteiden ulko- ja sisätilat saadaan katsajalle selkeä kuva kohteesta ja sen käyttötarkoituksesta. Asunnot laitetaan ennakkomarkkinointiin monesti jo ennen kuin rakentaminen on alkanut. Loogisesti kuvien ollessa 3D muodossa asiakas saa paljon laajemman kuvan kohteesta. 3D-kuvien käyttö markkinoinnissa on yleistynyt paljon, joten ihmiset vaativat myös enemmän kohteen kuvista ennakkoon. Visuaalisuus helpottaa myös erilaisten vaihtoehtojen vertailua. Esimerkiksi värimaailmat voidaan yhdistää keittiön ympärille ja vertailla erilaisia pintoja.

5.8 Työmaan toteutus

Mallinnetusta kohteesta on hyötyä aliurakoitsijoille. He voivat tarkastella jo etukäteen tietomallia, ja mitä työmaalla on edessä. Jos koko kohde mallinnetaan siinä, on mukana myös muut toimijat eli sähkösuunnittelu, LVI-suunnittelu ja IV suunnittelu. Mallista on helppo etsiä mahdollisia päällekkäisyyksiä eri linjavetojen puolesta. Tässä vaiheessa tulee yhteistyön olla todella tiivistä ja kaikkien pitää olla ajan tasalla suunnitelmista.

Hyvin tehdystä tietomallista on paljon apua myös työnjohdolle, koska siitä näkee nopeasti rakenteiden mitat ja tarvittavat etäisyydet. Paperikuvista etsiminen on hitaampaa ja monesti suunnitelmia on paljon ja tiedon etsiminen aikaa vievää. Työntekijän on helppo katsoa mallista esimerkiksi seinien paksuudet ja niiden paikat, tai mitä kaikkea rakenteeseen kuuluu. Tabletit toimivat hyvin teknisen mallin ja tasokuvien tarkastelussa.

Työmaahanke koostuu sadoista papereista ja useista suunnitelmista. Mallintamalla kaikki saadaan yhteen pakettiin. Sähköisessä muodossa tiedot ovat helppo ja nopea löytää milloin tahansa. Kaikki tekniikka ja laitteet on mahdollista yhdistää malliin. Tämä helpottaa kiinteistöjen huoltoa esimerkiksi suodattimien vaihdossa tai sprinklerien huollossa. Mallintamalla saadaan koko rakennuksen elinkaaren mittainen matka.

6 TULOKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli lisätä Rakennusliike Piirainen & Pitkänen Oy:n tietoisuutta mallintamisesta, kehittää määrälaskentaa tulevaisuutta varten sekä tehdä valmiit taulukot, joita voidaan päivittää tulevaisuudessa projekti kohtaisiksi. Kun aloitin työn tekemisen tutkin erilaisia tietoväyliä ja kirjoja mistä sain tietoa mallintamisen maailmasta laajemmin. Tämän jälkeen rupesin kasaamaan teoriapohjaa sieltä täältä ja tutustuin myös erilaisiin artikkeleihin liittyen tietomallintamiseen. Työosuudessa kävin läpi aluksi valmiita Excel-pohjia, joista lähdin muokkaamaan mielestäni tilaajalle sopivia taulukkoja.

Työssä onnistuin tekemään selkeät määrälaskenta ja objektitaulukot yrityksen tulevaisuuden projektien kannalta. Tulevaisuudessa jo kohteen alkuvaiheessa voidaan käydä silmämääräisesti määriä läpi ja laskea kustannuksia. Kävin läpi myös edellisessä vaiheessa kaikki mielestäni tärkeät tietomalliin liittyvät asiat yritystä koskien. Teoriapaketista tuli mielestäni selkeä ja siinä käsiteltiin nimenomaan mallintamista, josta aiheesta tilaajalla ei ollut juurikaan tietoa ennen.

Haasteena työssä oli kunnollisen tietomallin puuttuminen, joten mallin tarkastelu ja vertailu käsin laskemiseen oli haastavaa. Archicad mallin määrät Pirtinkaari 14 kohteessa oli sekavat enkä saanut sieltä oikein selkeitä taulukoita ulos. Seuraavissa kohteissa onkin todella tärkeää tehdä yhteistyötä suunnittelijan kanssa luonnosvaiheesta lähtien. Työssä olisi kannattanut suoraan panostaa enemmän määrälaskentaan ja jättää muu teoriaosa vähemmällä, koska teoriapohjan kasaaminen vei paljon aikaa.

Ammatillisen kasvun puolesta opin sen, että yhteistyö ja kommunikaatio on todella tärkeää tietomallin hyödyntämisen kohdalla. Näin saadaan lopputulos mikä miellyttää molempia osapuolia ja mallintamisesta saadaan hyötyä työmaan toteutukseen. Määrälaskennan puolelta opin, että mallin hyödyntämien nopeuttaa ja selkeyttää kohdetta heti alkuvaiheessa.

Tietomallin hyödyntäminen vaatii yritykseltä ja suunnittelijoilta erityisen hyvää yhteydenpitoa, yhteistyötä ja ammattitaitoa. Mallin käyttöönotosta on paljon hyötyä yritykselle, koska sillä voidaan selkeyttää monia asioita ja saada kohteesta todenmukainen ja visuaalinen näkemys jo alkuvaiheessa. Aluesuunnitelmien teko tietomallintamalla ei välttämättä ole kannattavaa vielä rivitalokoh-teissa. Selkeällä nimiluettelolla saadaan nopealla vilkaisulla selville jo paljonkin määriä.

Jatkokehitystä miettien työtä voisi viedä eteenpäin siten, että kaikki osa-alueet voitaisiin yhdistää taulukossa aikataulun kanssa yhteen, kunnes tulee esimerkiksi betoni valujen aika niin suunnittelija voisi suoraan lähettää toimittajalle määrät, jotka toimitetaan työmaalle. Näin ollen toimivista taulukoista olisi hyötyä työnjohdolle todella paljon sekä, taakka keventyisi huomattavasti työmaalla.

Tuloksia miettien tietomallintaminen on järkevää moneltakin kantilta rivitalon rakennushankkeessa. Suurin hyöty tulee määrälaskenta ja hankinta vaiheessa. Valmiista määräluettelosta on apua jo työmaan alkuvaiheessa, koska siitä saadaan hyvä kuva hankkeen kustannuksista. 3D-kuvat antavat myös edun markkinoinnin kannalta ja visuaalisen tarkastelun osalta. Tärkeää tietomallintamis prosessissa on yhteistyö suunnittelijoiden ja rakennuttajan kesken. Onnistuneeseen kokonaisuuteen

täytyy tietää mitä kaikkea tietomallista haluaa saada irti. Jos tietomalli tehdään niin sanotusti vajaan osaksi siitä ei ole hyötyä rakennushankkeessa.

LÄHTEET

- GSA 2019. Building information modeling and guidelines. Verkkojulkaisu. Päivitetty 26.2.2019. <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling/guidelines-for-bim-software/document-guides/level-of-detail>. Viitattu 5.3.2021.
- Ivalo, Tuija 2021. Virtuaalinen perehdytys suuntaa huomion työmaan vaarapaikkoihin. Verkkojulkaisu. Päivitetty 26.1.2021. <https://www.ttl.fi/tyopiste/virtuaalinen-perehdytys-suuntaa-huomion-tyomaan-vaarapaikkoihin/>. Viitattu 10.4.2021.
- Jävjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu 18.2.2021.
- Jukka Mäkeläinen, Tarja Mäki, Satu Sahlstedt, 2016. Perehdyttäminen rakennustyömaalla. Verkkojulkaisu. https://ttk.fi/oppaat_ja_ohjeet/digijulkaisut/perehdyttaminen_rakennustyomaalla. Viitattu 9.4.2021.
- Prodeco 2017. Kustannusarviot. Verkkojulkaisu. <http://www.prodeco.fi/index.php?p=Kustannusarviot>. Viitattu 20.4.2021.
- RT C2-0454. 2017. Rakennustyömaan aluesuunnittelu. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. <https://www.rakennustietokauppa.fi/sivu/tuote/ratu-c2-0454-rakennustyomaan-alue-suunnittelu-/2742628>. Viitattu 05.2.2021.
- RT C2-0454. Rakennustyömaan aluesuunnittelu 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. Viitattu 7.2.2021.
- Tauriainen, Matti 2016. Tietomallipohjainen työmaan aluesuunnitelma. Verkkojulkaisu. Päivitetty 2.10.2016. <https://www.luja.fi/2016/10/02/tietomallipohjainen-tyomaan-alue-suunnitelma/>. Viitattu 17.2.2021.
- Valtonen, Rami 2019. Asiantuntija-artikkelit, Tietomallinnusta kannattaa käyttää rakennushankkeen alusta loppuun. Verkkojulkaisu. Päivitetty 27.8.2019. <https://www.ains.fi/asiantuntija-artikkelit/5-syyta-kayttaa-tietomallinnusta-rakennushankkeessa>. Viitattu 3.2.2021.
- Yleiset tietomallivaatimukset 2012. osa7. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_7_maaralaskenta.pdf. Viitattu 12.3.2021.
- Äyräväinen 2017. Tietomallintaminen, suunnittelun uusi standardi. Verkkojulkaisu. Päivitetty 31.10.2017. <https://www.ayravainen.fi/2017/10/tietomallintaminen-suunnittelun-uusi-standardi/>. Viitattu 06.1.2021.