

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Juha Kemppi

Rakennusliikkeen tietomallipohjainen määrälaskentaprosessi perustus- ja pohjarakenteille

Opinnäytetyö 2015

Tiivistelmä

Juha Kemppi

Rakennusliikkeen tietomallipohjainen määrälaskentaprosessi perustus- ja pohjarakenteille, 39 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2015

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita, Saimaan ammattikorkeakoulu

toimitusjohtaja Petri Siitonen, Karjalan Rakennus ja Maalaus Oy

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää rakennusliikkeen tietomallipohjaista määrälaskentaprosessia. Pää tavoitteena oli kehittää ArchiCAD-ohjelmalla tuotettuun tietomalliin perustuva perustus- ja pohjarakenteiden määrälaskentaprosessi. Työn tilaajana toimi Karjalan Rakennus ja Maalaus Oy.

Työn alussa käsitellään yleisesti tietomallintamista, sillä saavutettavia hyötyjä ja sen asettamia haasteita hankkeen osapuolille. Tämän jälkeen käydään läpi määrälaskennan teoriaa, eri menetelmiä ja niiden sijoittumista hankkeen eri vaiheisiin. Seuraavaksi käsitellään tietomallipohjaista määrälaskentaa. Lopuksi käydään läpi työssä toteutettuja toimenpiteitä ja pohditaan, miten kehitettyä prosessia sekä työkaluja voisi jatkossa kehittää.

Työn tuloksena tilaajalle tuotettiin ArchiCAD-aloituspohja, Excel-taulukkopohja rakennusosalaskelman tuottamiseen sekä mallinnus- ja käyttöohje näiden työkalujen käyttöön. Näiden työkalujen ja ohjeistuksien avulla tilaajan on mahdollista suorittaa määrälaskentaa ArchiCAD-ohjelmalla mallinnetuista perustus- ja pohjarakennemalleista.

Kehitetyt työkalut soveltuvat ainoastaan ArchiCAD-ohjelmalla tuotettuun tietomalliin ja niitä voidaan hyödyntää ainoastaan perustus- ja pohjarakenteille. Tullevaisuudessa työkalujen ominaisuuksia voisi laajentaa niin, että niitä olisi mahdollisuus hyödyntää koko rakennuksen rakennusosille. Lisäksi voisi tutkia, miten niiden käyttö onnistuisi avoimessa tiedonsiirrossa. Työkalujen tehokas käyttö vaatii myös sen, että rakennusliikkeellä on mahdollisuus vaikuttaa tuotettaviin malleihin.

Asiasanat: määrälaskenta, tietomalli, perustus- ja pohjarakenteet

Abstract

Juha Kemppe

Model-based quantity surveying process of the substructures for a construction company, Number of Pages 39

Saimaa University of Applied Sciences

Technology, Lappeenranta

Degree Programme in Construction Engineering

Civil Engineering

Bachelor's Thesis 2015

Instructors: Mr Timo Lehtoviita, Lecturer of Saimaa University of Applied Sciences, Mr Petri Siitonen, Chief Executive, Karjalan Rakennus ja Maalaus Oy.

The aim of the thesis was to develop the construction company's model based quantity surveying process. The main object of the thesis was to develop model-based quantity surveying of substructures which have been produced by ArchiCAD - software. The study was commissioned by Karjalan Rakennus ja Maalaus Oy.

The thesis begins with a general discussion of building information modelling, what benefits it achieves and what are the challenges that it sets for the project participants. The thesis continues by describing a theory of quantity calculations, next moving to describe a model-based calculation. Finally, the thesis deals with the process of the quantity calculation by the construction company and how it could be developed in the future.

As a result of this thesis, the construction company gets tools for quantity calculations for the substructures. Tools are including ArchiCAD template, Excel workbook and introduction for these tools. With these tools, the construction company is able to do model-based quantity calculations from building information models which have been made on ArchiCAD software.

In the future, the features of the tools could be expanded so, that they would list the construction materials of the entire building. It could also be examined how the tools work with the Open BIM. The best benefits could be achieved when the construction company is able to influence the models.

Keywords: building information modeling, quantity calculation, substructures

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Tietomallintaminen rakennushankkeessa.....	6
2.1	Tietomallit rakennushankkeen eri vaiheissa.....	7
2.2	Tietomallinnuksesta saatavat hyödyt.....	10
2.3	Tietomallintamisen haasteet.....	11
3	Määrälaskenta rakennushankkeen kustannushallinnassa.....	13
3.1	Menetelmät.....	14
3.1.1	Tilalaskenta.....	14
3.1.2	Rakennusosalaskenta.....	14
3.1.3	Suoritelaskenta.....	15
3.2	Määrälaskenta hankkeen eri vaiheissa.....	16
4	Tietomallipohjainen määrälaskenta.....	19
4.1	Vaatimukset.....	21
4.2	Haasteet ja ongelmat.....	21
4.3	Määrälaskentaprosessi.....	22
5	Rakennusliikkeen määrälaskentaprosessi.....	24
5.1	As Oy Puumalan Saimaanrinne.....	25
5.2	ArchiCAD.....	25
5.2.1	Määrienhallinta.....	26
5.3	Rakennusosien mallintaminen.....	27
5.4	Määräluetteloiden tuottaminen.....	30
6	Yhteenvedo määrälaskentaprosessista.....	31
7	Pohdintaa.....	34
	Kuvat.....	38
	Taulukot.....	38
	Lähteet.....	39

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää rakennusliikkeen tietomallipohjaisen hankkeen määrälaskentaprosessia. Pää tavoitteena on kehittää työkalut ja ohjeet perustus- ja pohjarakenteiden tietomallintamiseen ArchiCAD-ohjelmalla, jotta mallinnetuista osista voidaan hakea määrätietoa mahdollisimman yksinkertaisesti ja nopeasti.

Työn tilaajana toimii Karjalan Rakennus ja Maalaus Oy, joka on Etelä-Karjalassa ja Etelä-Savossa toimiva rakennusliike. Rakennusliikkeen toimialaan kuuluu rakentamisen pää- ja projektinjohtourakointitehtävät uudis- sekä korjausrakennuskohteissa.

Opinnäytetyössä ei keskitytä rakenteiden mitoittamiseen ja suunnitteluun, vaikka rakennusosien mallintaminen on aina suunnitteleminen ja vaatii tekijältään ammattitaitoa ja rakennetekniikan tuntemusta. Painopisteenä on määrälaskennan kehittäminen. Opinnäytetyössä ei myöskään tarkastella määrälaskentaa avoimen tiedonsiirron kannalta, vaan keskitytään ArchiCAD-ohjelmalla tehtävään määrälaskentaan.

Raportin alussa käsitellään yleisesti tietomallintamista, minkälaisia hyötyjä sillä saavutetaan sekä mitä haasteita siinä on. Tämän jälkeen käsitellään määrälaskennan teoriaa sekä tietomallipohjaista määrälaskentaa. Teoriaosuuden jälkeen siirrytään rakennusliikkeen määrälaskentaprosessin kehittämiseen ja lopuksi käydään läpi opinnäytetyön tuloksia sekä pohditaan, kuinka toteutettua prosessia voisi jatkossa kehittää.

2 Tietomallintaminen rakennushankkeessa

Rakennuksen tietomallilla (engl. BIM = Building Information Model) tarkoitetaan sen koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Tämän tarkoituksena on koota kaikki rakennukseen liittyvä tieto yhteen, tiedon käytön helpottamiseksi. Dokumenttipohjaisessa suunnittelussa tieto on usein hajallaan eri dokumenteissa, joten tiedon löytäminen on haasteellisempaa. Tietomallintamisella voidaan tarkoittaa myös itse tätä prosessia ja sen tiedonhallintaa, eikä niinkään itse malleja (BIM = Building Information Management). (RIL 2015.)

Tietomallit sisältävät geometriatietoa rakennuksesta, mutta ehkä tärkeämpää on niiden sisältämä informaatio rakennuksen, rakennusosien sekä prosessien ominaisuuksista, esimerkiksi rakennusosien materiaaleista tai pintakäsittelystä. Näin ollen mallintava suunnittelu ei ole aina välttämättä tietomallintamista, koska suunnitteluohjelmistoilla on mahdollista tehdä myös pelkkää visualisointia mallien avulla.

Tietomalli koostuu useiden eri suunnittelijoiden ja suunnittelualojen tekemistä malleista, siksi puhutaankin usein rakennuksen tietomallinnuksesta (BIM = Building Information Modeling). Eri suunnittelijat mallintavat usein alansa omilla suunnitteluohjelmilla, jotka on suunniteltu ja rakennettu juuri heidän tarpeensa huomioon ottaen. Jotta avoin tiedonsiirto eri suunnittelualojen välillä on mahdollista, on rakennusalalla yleisesti sovittu käytettävän IFC-tiedonsiirtoformaattia (IFC = Industry Foundation Classes). IFC on tietomalliohjelmistojen yhteinen mallien kuvaustapa, jolla voidaan siirtää tietoa ohjelmistojen välillä (Building-Smart Finland 2015). Suunnittelijoiden tekemistä malleista kootaan usein yksi yhdistelmämalli, jota käytetään muun muassa suunnitelmien yhteensovittamiseen.

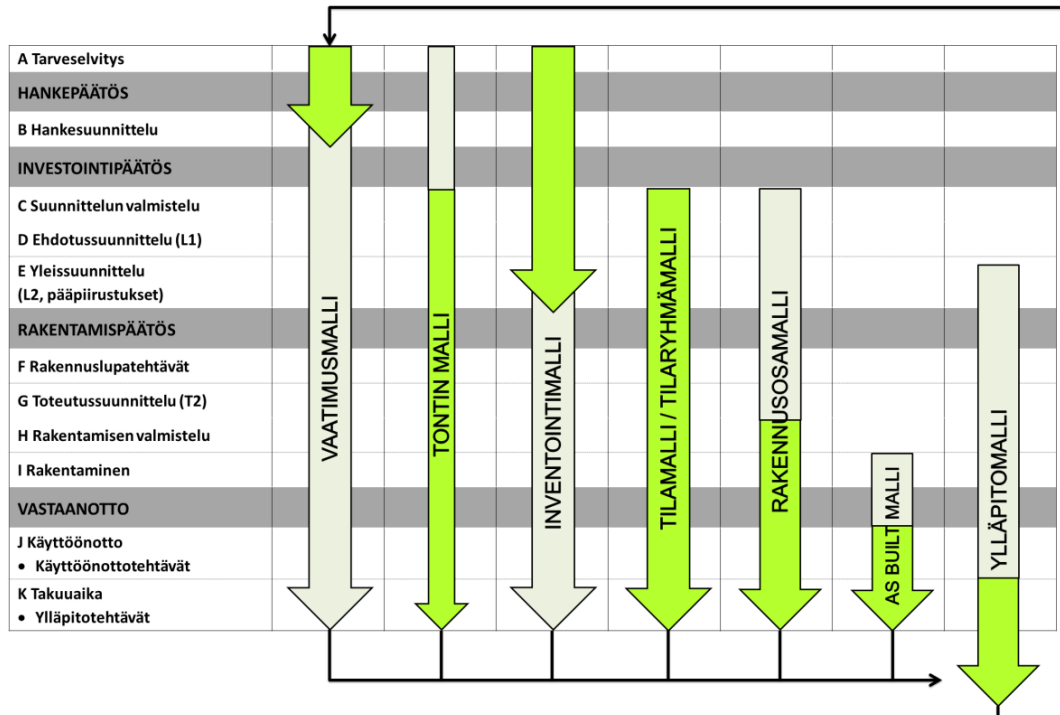
Suomessa etenkin suuret toimijat ovat huomanneet tietomallinnuksesta saatavat hyödyt ja näin alkaneet kehittämään toimintaansa ja erilaisia ohjeistuksia, jotta mallinnuksesta saataisiin kaikki hyöty irti. Lisäksi Suomessa on järjestetty useita erilaisia hankkeita, joiden tarkoituksena on ollut parantaa tietomallipohjaisen hankkeen prosessia sekä poistaa havaittuja yleisiä ongelmia ja haasteita.

Viimeisimpiä suuria hankkeita on ollut Pro IT sekä COBIM. Molempien näiden hankkeiden tavoitteena onkin ollut kehittää ja yhtenäistää mallinnuskäytäntöjä sekä osapuolten välistä tiedonsiirtoa. COBIM-hankkeen tuloksina saatiin tuotettua Suomen ensimmäiset kansalliset tietomallivaatimukset, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012). (Pro IT 2006; Rakennettu ympäristö 2012.)

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 koostuu 14 eri osasta, joista ensimmäinen osa on yleisluontoinen ja loput osiot keskittyvät tarkemmin omaan aihealueeseensa. Osat on toteutettu niin, että jokainen osapuoli tutustuu yleiseen osuuteen (osa 1) sekä laadunvarmistuksen (osa 6) että lisäksi oman alansa osuuteen. Yleisten tietomallivaatimusten tarkoituksena on asettaa vähimmäisvaatimukset mallinnukselle ja mallien tietosisällölle. Hankekohtaisesti tulee lisäksi tarkastella tarvitseeko mallintamiselle ja tietosisällölle asettaa lisävaatimuksia. (YTV 2012, osa 1)

2.1 Tietomallit rakennushankkeen eri vaiheissa

Tietomalleja voidaan hyödyntää rakennushankkeessa tarvesuunnitteluvaiheesta aina käyttöönottoon ja ylläpitoon. Niiden tietosisältö ja tarkkuus riippuvat hankkeen vaiheesta sekä käyttötarkoituksesta. Kuvassa 1 on kuvattu eri tietomalleja sekä niiden sijoittumista rakennushankkeen erivaiheissa arkkitehdin näkökulmasta. Tässä luvussa 2.1 käsiteltävät mallien käsitteet perustuvat Yleisten tietomallivaatimusten osiin 1 sekä 3. (YTV 2012, osat 1; YTV2012, osa 3.)



Kuva 1. Hankkeen tietomallirakenne (vrt. YTV 2012, osa 3)

Vaatusmalli on tarveselvitysvaiheessa luotu tietomalli, joka on vähintään taulukkomuodossa oleva tilaohjelma. Sen tulee sisältää tilakohtaiset pinta-alat sekä tiloille asetetut erityisvaatimukset. Vaatusmallia ylläpidetään sähköisenä koko hankkeen ajan, jotta suunnitelmia voidaan verrata käyttäjän/tilaajan vaatimukseen. Sitä voidaan käyttää hyödyksi myös hankkeen alustavien kustannusarvioiden tekemisessä.

Tontin mallilla tarkoitetaan rakennuspaikan ympäristöä, toisin sanoen pihaa, kasvillisuutta sekä liikenne- ja aluerakenteita. Mallin tarkoituksena on suunnitella tontin käyttöä sekä rakennuksen sijoittamista tontille. Tontin malli sisältää yleensä tiedot tontin rajoista, korkeusasemasta sekä tarvittavista liittymistä muuhun ympäristöön sekä teknisiin järjestelmiin.

Inventointimalli eli rakennuksen lähtötilanteen malli toimii suunnittelun lähtötietoina. Uudisrakennuskohteessa se sisältää tiedot tontista. Korjausrakennuskohteissa se sisältää tiedot myös olemassa olevista rakennuksista. Se koostuu itse mallin lisäksi myös kohteeseen liittyvistä eri dokumenteista.

Tilamalli sisältää rakennuksen tilat erillisinä tilaobjekteina. Jos sitä on tarkoitus hyödyntää erilaisissa analyyseissä, täytyy sen sisältää myös ulko- ja väliseinät. Energiasimuloinnit vaativat lisäksi ikkunoiden mallintamista. Sen avulla voidaan tutkia erilaisia tilaratkaisuja sekä havainnollistaa tehtyjä suunnitelmia. Sitä voidaan käyttää apuna myös rakennuksen investointikustannuksien määrittämiseen sekä alustavien simulointien ja analyysien tekemiseen. Mallin avulla myös rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijat voivat tehdä omia alustavia suunnitelmiaan.

Rakennusosamalli nimensä mukaisesti sisältää tilojen lisäksi rakennusosia. Talotekniikka-alalla siitä käytetään nimitystä järjestelmämalli, koska heidän mallinsa koostuvat usein eri järjestelmistä eikä niinkään rakennusosista. Rakennusosa- ja järjestelmämallit ovat keskeinen osa tietomallipohjaisen hankkeen suunnittelua sekä tiedonhallintaa. Niiden tuottaminen aloitetaan ehdotussuunnitteluvaiheessa ja niitä työstetään suunnittelun edetessä. Niistä saatavia hyötyjä ovat muun muassa erilaiset määräluettelot sekä havainnollistavat kuvat. Malleja voidaan hyödyntää myös rakentamisessa työn ohjauksessa sekä aikataulun hallinnassa.

Toteumamalli (as-built-malli) on rakennusosamalli, joka on päivitetty vastaamaan rakennusta niin kuin se on rakennettu. Mallin tietosisällön tulee vastata rakennusosamallia ja sen tarkoituksena on toimia tietolähteenä huollolle ja ylläpidolle sekä pohjana käytönaikaisten muutosten pohjana.

Ylläpitomallit ovat malleja, joiden tarkoituksena on palvella rakennuksen ylläpitoa. Ne koostuvat suunnitteluohjelmien alkuperäismalleista (=natiivimalleista), avoimen tiedonsiirron malleista (IFC-mallit) sekä ylläpidon ohjelmistojen alkuuperäismalleista (YTV 2012, osa 12). Malleja käytetään osana huoltokirjaa, jolloin niitä voidaan käyttää esimerkiksi apuna laajuustietojen hallinnassa sekä rakennusosien ja laitteistojen informaation tietolähteenä. Niille tehtyjä olosuhdesimulointeja voidaan lisäksi vertailla toteutuneisiin olosuhteisiin. Ylläpitomallista voidaan tuottaa myös havainnollistavia piirustuksia, esimerkiksi huoltokarttoja ja opasteita. Ylläpitomallin tietosisältö voi poiketa oleellisesti rakentamiseen tehdystä rakennusosamallista, koska ylläpidon vaatimukset usein poikkeavat rakennusvaiheen vaatimuksista. Rakennusvaiheen rakennusosamalli onkin yleensä liian tarkka ylläpidon vaatimukseen nähden.

2.2 Tietomallinnuksesta saatavat hyödyt

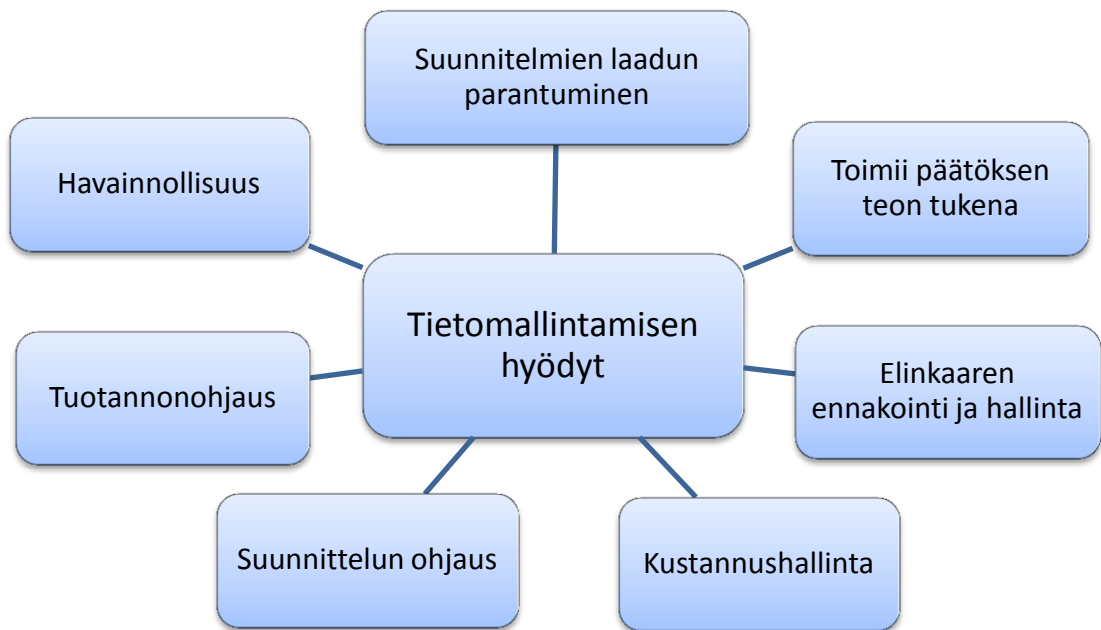
Tietomallintamisella voidaan saavuttaa oleellisia hyötyjä verrattuna dokumenttipohjaiseen työskentelyyn. Yksi ehkä eniten esitetty on suunnitelmien laadun ja eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteen sovittamisen parantuminen. Suunnitelmien laadun kasvulla on suora yhteys myös rakentamisen kustannuksiin, koska mahdolliset virheet ja suunnitelmien ristiriitaisuudet pystytään korjaamaan jo suunnitteluvaiheessa. Tämä tietenkin edellyttää erillisiä laadunvarmistustoimenpiteitä, niin suunnitteluryhmältä kuin tilaajaltakin. (YTV 2012, osa 1.)

Tietomallit mahdollistavat myös paremmat edellytykset vertailla eri suunnitteluratkaisuja niin toimivuuden, laajuuden kuin kustannustenkin osalta. Malleista saatavaa informaatiota voidaan käyttää hyödyksi erilaisten analyysien tekemiseen. Näiden avulla voidaan muun muassa tutkia rakennuksen elinkaaren aikana syntyviä kustannuksia ja sitä myötä ohjaamaan myös suunnittelua hyvinkin varhaisessa vaiheessa hanketta.

Tietomallien avulla pystytään oleellisesti paremmin havainnollistamaan suunnitelmia. Mallien havainnollisuudesta onkin apua hankkeen alkuvaiheista ylläpiin asti. Alkuvaiheessa suunnitelmista saatavilla visualisoinneilla voidaan esittää tilaajalle tehtyjä ratkaisuja, sekä esittää erilaisia suunnitelmavaihtoehtoja. Tällä tavoin voidaan esimerkiksi vähentää rakentamisvaiheessa tulevia muutostöitä, jotka usein aiheuttavat lisäkustannuksia sekä aikataulun venymistä.

Tietomallintamisesta voidaan saada parhaat hyödyt siinä vaiheessa, kun on tehty varsinainen päätös toteuttaa hanke tietomallipohjaisesti. Päätös tulisi tehdä varsinaisen investointipäätöksen ohella. Tällöin tulisi määritellä tietomallinnuksen tavoitteet, käyttö sekä kuinka laajasti sitä tullaan hankkeessa käyttämään. (YTV 2012, osa 11.)

Tietomallintamisesta saatavia muitakin hyötyjä on koottu kuvaan 2.



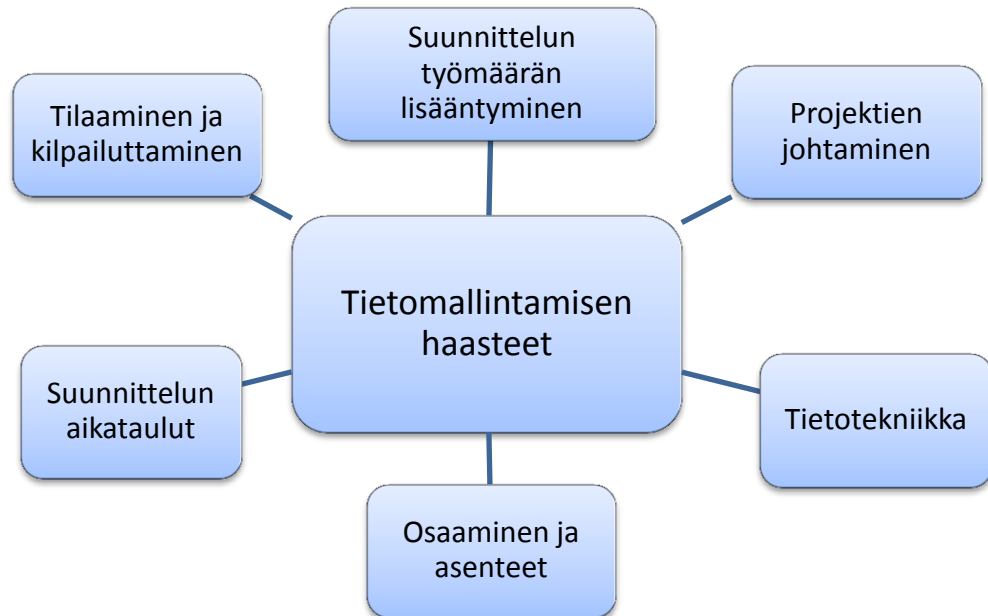
Kuva 2. Tietomallintamisen hyödyt

Kuvaan kerätyt asiat ovat niitä hyötyjä, joita saavutetaan erityisesti rakennushankkeen aikana. Tietomalleilla voidaan saavuttaa oleellisia hyötyjä rakennushankkeen jälkeenkäytön ja ylläpidon aikana. Ne varastoivat tietoa, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi rakennuksen ylläpidossa sekä muutos- ja korjausrakentamisen suunnittelussa.

2.3 Tietomallintamisen haasteet

Aikanaan kun siirryttiin käsinpiirtämisestä tietokone avusteiseen piirtämiseen, tunnetummin CAD-piirtämiseen, ei itse suunnitteluprosessissa tapahtunut oleellisia muutoksia. Tällöin sama työ tehtiin vain eri välineillä. Siirtyminen tietomallipohjaiseen suunnitteluun on tapahtunut myös vaiheittain. Aluksi suunnittelijat käyttivät mallintavia ohjelmia pelkästään piirustusten tuottamiseen, jolloin harvoin hyödynnettiin muita malleista saatavia hyötyjä. Suunnittelijat toki saattoivat vaihtaa keskenään malleja, jos tiesivät niiden olemassa olosta, mutta näistäkään ei ollut yleensä erikseen sopimuksissa sovittu. Nykyään tietomallit ovat yleisesti käytössä rakennusalalla, etenkin suunnittelijat hyödyntävät tietomalleja omissa tehtävissään, mutta niiden käyttö lisääntyy koko ajan myös muilla osapuolilla. (Lehtoviita 2014.)

Tietomallintamiseen liittyviä haasteita on esitetty kuvassa 3. Siinä esitetyt asiat ovat yleisiä haasteita, joita projekteissa esiintyy, näiden lisäksi hankkeissa voi olla monia muitakin erilaisia haasteita riippuen itse kohteesta, käytetyistä ohjelmistoista sekä osapuolista. Tietomallintamiseen liittyviä ongelmia onkin pyritty vähentämään erilaisilla ohjeistuksilla, esimerkiksi yleisillä tietomallivaatiimuksilla. Näilläkään ei voida kuitenkaan vaikuttaa kaikkiin ongelmiin.



Kuva 3. Tietomallintamisen haasteet

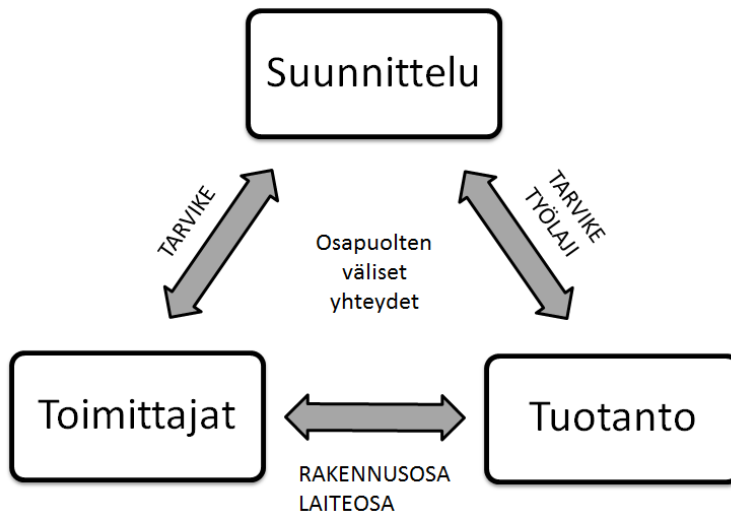
Tietomallintamisen yhtenä haasteena on suunnittelun työmäärän lisääntyminen ja sen myötä tulevat aikatauluongelmat. Tietomallintamisen on todettukin olevan hitaampaa johtuen suunnittelun tarkkuuden parantumisesta ja usein suunnitellaan enemmän mitä perinteisesti on suunniteltu. Tietomallintamisen myötä suunnittelijat joutuvat tekemään ratkaisuja enemmän suunnittelupöydän ääressä, eikä jätetä niitä perinteiseen tapaan työmaan ratkaistavaksi. Tietomallintamisessa muutosten tekemistä on pidetty myös erittäin työläänä. (Korpela 2011.)

Tietomallien käyttöönoton haasteena on myös osaaminen ja asenteet. Tämä tulee vastaan etenkin urakoitsijoiden ja työmaahenkilöstön kohdalla, joille ohjelmistojen käyttö ei välttämättä ole ollut arkipäivää ja se vaatisi atk-taitojen opiskelua. Haasteena on myös haluttomuus opiskella niiden käyttöä, koska malleilla ei uskota olevan niin suuria hyötyjä. (Korpela 2011.)

3 Määrälaskenta rakennushankkeen kustannushallinnassa

Määrälaskenta on yksi osa kustannushallintaa. Sen tarkoituksena on selvittää rakennukseen liittyvien tilojen tai rakennusosien laajuuksia. Saatujen määrien avulla pystytään arvioimaan rakentamisesta syntyviä kustannuksia. Saatuja kustannuksia taas käytetään apuna esimerkiksi päätösten teossa, tarjousten tekemisessä sekä määrä- ja kustannustiedostojen päivittämiseen. (Lindholm 2009.)

Rakennushankkeeseen kuuluu usein eri osapuolia. Jotta määrä- ja kustannustiedon siirtäminen heidän välillä olisi mahdollista, on tämän avuksi kehitetty erilaisia nimikkeistöjä. Niiden tarkoituksena on jäsenellä määrä- ja kustannustietoa niin, että hankkeen eri osapuolet voivat hyödyntää samaa tietoa. Alla olevassa kuvassa 4 on esitetty tietojen jäsentelyperusteita, ottaen huomioon hankkeen eri osapuolet. Nimikkeistöissä määritellään jäsentelyn periaatteet, nimikkeiden sisältö sekä käytettävä koodisto. Rakennusalalla käytössä olevia nimikkeistöjä on Talo 80, Talo 90 sekä Talo 2000. Lisäksi yritykset voivat olla kehittäneet myös omia sisäisiä nimikkeistöjään. (Enkovaara, Haveri & Jeskanen 1994.)



Kuva 4. Tietojen siirto rakennushankkeen eri osapuolten välillä (vrt. Enkovaara ym. 1994)

Määrälaskenta tehdään sen hetkisten asiakirjojen ja mahdollisten tietomallien perusteella. Saadun luettelon tarkkuus riippuu siitä missä vaiheessa suunnitel-

mat ovat. Näiden perusteella usein valitaan millä menetelmällä määriä lähde-
tään luetteloimaan. Eri määrälaskentamenetelmiä on kuvattu luvussa 3.1.

3.1 Menetelmät

Määräluetteloita voidaan tuottaa eri menetelmien kautta, menetelmän valinta perustuu yrityksessä käytettyihin toimintatapoihin sekä suunnitelmien valmiusasteeseen. Lisäksi menetelmän valintaan vaikuttaa luetteloiden käyttötarkoitus.

3.1.1 Tilalaskenta

Tilalaskentaa käytetään usein tarve- ja hankesuunnitteluvaiheessa, kun tilaaja määrittelee hankkeen tarpeellisuutta sekä kustannustavoitetta. Tässä menetelmässä määrät eritellään tiloittain.

Tilalaskennan pohjaksi tarvitaan tilaohjelma sekä tietoja hankkeen kalleustasosta ja olosuhteista. Näiden tietojen avulla voidaan määrittellä syntyvät kustannukset, kun on tiedossa tilojen ominaisuuksiin perustuvaa kustannustietoa. Alla on esitetty yksinkertainen tilalaskelma (Taulukko 1). (Enkovaara ym. 1994.)

Tila	Lkm	Pinta-ala	Kokonaisala	€/m ²	€
1h + k	15	35	525	1450	761 250
2h + kk	10	42	420	1400	588 000
2h + k + s	10	55	550	1550	852500
3h + k + s	5	70	350	1500	525 000

Taulukko 1. Tilalaskelma

3.1.2 Rakennusosalaskenta

Rakennusosalaskennassa määräluettelot on eritelty rakennusosittain käytetyn nimikkeistön ohjeiden ja mittaussääntöjen mukaan. Menetelmää käytetään muun muassa suunnittelunohjauksessa tarkastettaessa kustannuspuitteissa pysymistä sekä tarjous- ja omakustannushinnan määrittämiseen. (Enkovaara ym. 1994.)

Rakennusosalaskenta koostuu kolmesta eri vaiheesta. Ensimmäinen vaihe on rakennusosien määrien laskenta piirustuksista tai malleista. Toinen vaihe on

näiden rakennusosamäärien hinnoittelu. Viimeisenä vaiheena on hankeosien määrälaskenta sekä hinnoittelu. Hankeosia ovat erilaiset rankentamisen johto-, työmaa- sekä suunnittelutehtävät. Alla olevassa taulukossa 2 on esimerkki rakennusosalaskelmasta. (Enkovaara ym. 1994.)

RO	Nimike	Määrä	yks	€/yks	€
121 PERUSTUKSET					
1211	Nauha-antura 600x200	80	jm	35	4 200
1211	Pilariantura 1400x1400x400	16	kpl	320	5 120
1212	Perusmuuri h = 1,2 m	80	jm	140	11 200
1212	Peruspilari 240x240 h = 1,0 m	16	kpl	75	1200

Taulukko 2. Rakennusosalaskelma

Rakennusosat mitataan niiden ulottuvuuksien mukaan ja mitat esitetään käytetyn nimikkeistön mittaussääntöjen mukaan. Rakennusosalaskentaa tehdään usein jo ehdotus- ja luonnossuunnitteluvaiheessa, jolloin suunnitelmat ovat vielä epätarkkoja. Tällöin määrälaskentaa joudutaan tekemään osittain arvioimalla määriä, jolloin määrälaskijan ammattitaidolla on hyvinkin suuri merkitys määräluettelon oikeellisuuden kannalta. Suunnittelun edetessä, suunnitelmat tarkentuvat ja sen myötä myös määräluettelot. Tällöin arvioinnin osuus laskennassa vähenee. (Lindholm 2009.)

3.1.3 Suoritelaskenta

Suoritelaskennassa määräluettelon nimikkeet on eritelty suoritteina. Sitä voidaan hyödyntää silloin kun suunnitelmat ovat vähintään pääpiirustustasoisia ja käytössä on täydellinen rakennusselitys liitteineen sekä perustussuunnitelmat. Se palvelee erityisesti urakoitsijaa muun muassa hankintojen suunnittelussa sekä työnohjauksessa. (Enkovaara ym. 1994.)

Suoritelaskentakäsite pohjautuu Talo 80 -nimikkeistöä, jossa nimikkeiden pääryhminä ovat rakennusosat, suoritukset sekä kustannuslajit. Uusissa nimikkeistöissä (Talo 90 ja Talo 2000) ei enää kuitenkaan tunneta kyseistä käsitettä vaan käytössä sitä vastaava käsite (Talo 90, työlaji ja Talo 2000, tuotantonimikkeistö). (Lindholm 2009.)

Suoritelaskelman tuottaminen alkaa määräluettelon tuottamisella. Määrät laske-
taan suunnitelmista teoreettisina, mahdollinen hukka otetaan huomioon vasta
suoritteiden hinnoittelussa. Määräluettelossa rakennusosat tulee olla jäsen-
nelty rakennusosiksi käytetyn nimikkeistön mukaan, esimerkiksi Talo 2000 -
nimikkeistössä 1211 Anturat ja 1212 Perusmuurit. Tämän jälkeen rakennusosa
jaetaan edelleen suoritteisiin sen mukaan, mitä töitä rakennusosan valmistami-
nen vaatii. Suoritemäärien mittaussäännöt löytyvät käytetyn nimikkeistön mää-
rälaskenta ohjeesta. Suorite koostuu rakennusosan ja työlahin yhdistelmästä, eli
kuinka paljon materiaalia vaaditaan suoritteiden tekemiseen sekä kuinka paljon
aikaa kuluu työn tekemiseen. Lopputuloksena saadaan suoritemäärälaskelma
(Taulukko 3). (Enkovaara ym. 1994.)

RO	SUO	Nimike ja selitys	Määrä	yks
1211		NAUHA-ANTURA 600x200, 50 jm		
	41	Lautamuottityö	20	m2
	41	Rauditus, A500HW, Tanko	62	kg
	41	Betonointi, C30/37	6	m3

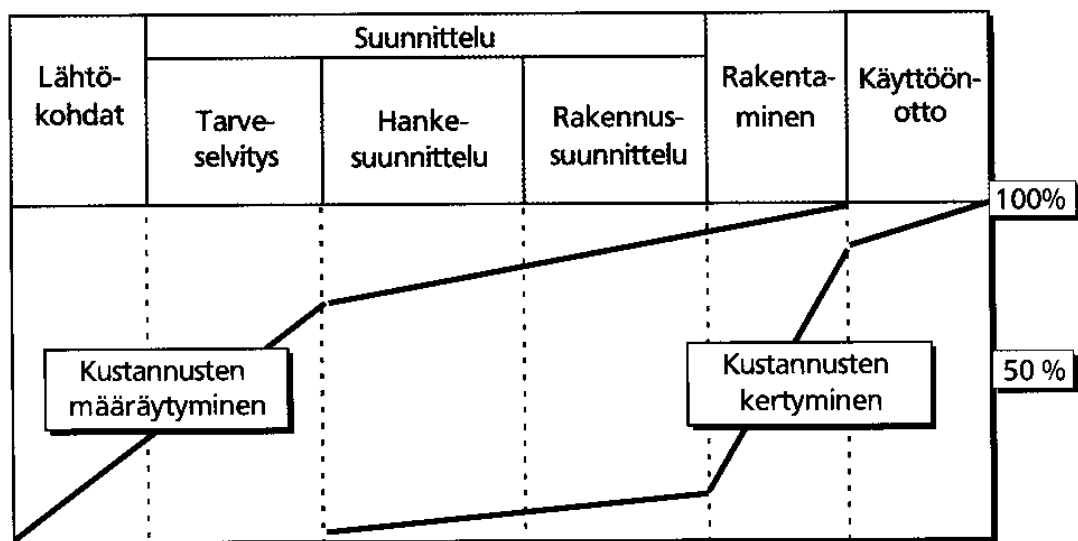
Taulukko 3. Suoritemääräluettelo

3.2 Määrälaskenta hankkeen eri vaiheissa

Määrälaskennan tavoitteet ja tarkoitus vaihtelevat sen mukaan, kuka sen tekee
sekä missä vaiheessa hanketta se tehdään. Hankkeen alussa tehtävät toimen-
piteet ovat usein tilaajan tekemää määrälaskentaa investointikustannusten sel-
vittämiseksi. Rakentamisvaiheen lähestyessä urakoitsija tekee sitä tarjouksen
tekemistä varten. Hankkeen lopussa osapuolet taas tekevät jälkilaskentaa sel-
vittääkseen hankkeen tuloksen.

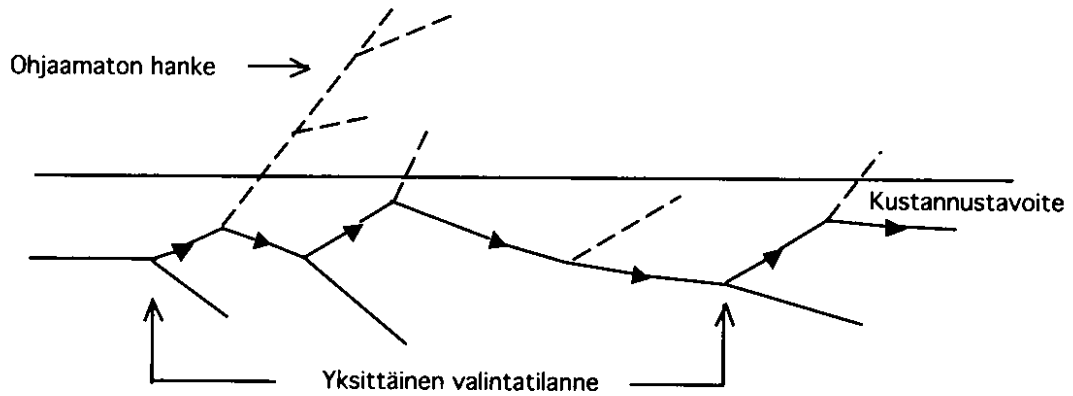
Hankkeen alkuvaiheessa tilaaja tekee määrälaskentaa hankkeen kustannusta-
voitteen asettamista varten, josta voidaan käyttää myös termiä tavoitehintaa. Se
määritellään yleensä tarvesuunnitteluvaiheessa tehdyn tilaohjelman perusteella.
Kun tiedetään tilojen laajuudet sekä laatutasot, voidaan näiden perusteella las-
kea hankkeen kustannustavoite. Tämä edellyttää, että käytössä on tilojen omi-
naisuuksiin pohjautuvaa kustannustietoa. Lisäksi rakentamisajankohta ja hank-
keen sijainti vaikuttavat kustannuksiin.

Hankkeen edetessä määrälaskentaa tehdään tilaajan osalta investointikustannusten ohjauksen kannalta. Kustannuksiin voidaan vaikuttaa eri suunnitteluratkaisuilla, esimerkiksi tilojen määrällä, koolla sekä laatutasolla. Hankkeen alkuvaiheessa onkin oleellista tietää kuinka kustannukset määräytyvät sen eri vaiheissa sekä koska kustannukset lopulta alkavat kertyä (Kuva 5). Syntyviin kustannuksiin on mahdollisuus vaikuttaa voimakkaimmin suunnitteluvaiheessa, jolloin määritellään hankkeen laajuutta ja laatutasoa. Kustannukset alkavat kuitenkin kertyä vasta rakentamisvaiheen alkaessa, jolloin kustannuksiin voidaan vaikuttaa lähinnä tuotantoratkaisujen avulla. (Lindholm 2009.)



Kuva 5. Kustannusten määräytyminen ja kertyminen (Lindholm 2009)

Suunnittelun edetessä on tärkeää, että seurataan syntyviä kustannuksia. Määrälaskennasta saatavien tietojen avulla voidaan tutkia syntyviä kustannuksia ja näin ohjata suunnitelmia. Kustannusohjauksen tavoitteena on ohjata hankkeen päätöksien tekoa niin, että vältetään turhilta ja kohtuuttomilta kustannuksilta, mutta säilytetään kuitenkin haluttu laatutaso (Kuva 6). Kustannusohjauksen tavoitteena on kehittää tehtyjä suunnitelmia niin että hankkeen kustannukset saadaan tavoitteen mukaisiksi sekä saavutetaan asetettu laatutaso. Tämä vaatii hyvää yhteistyötä tilaajalta ja suunnittelijalta. Oleellista on myös suunnittelijoiden ammattitaito, jotta he osaavat tehdä luovia sekä hyviä suunnitteluratkaisuja. (Lindholm 2009.)



Kuva 6. Päätöksen vaikutus hankkeen kustannuksiin (Lindholm 2009)

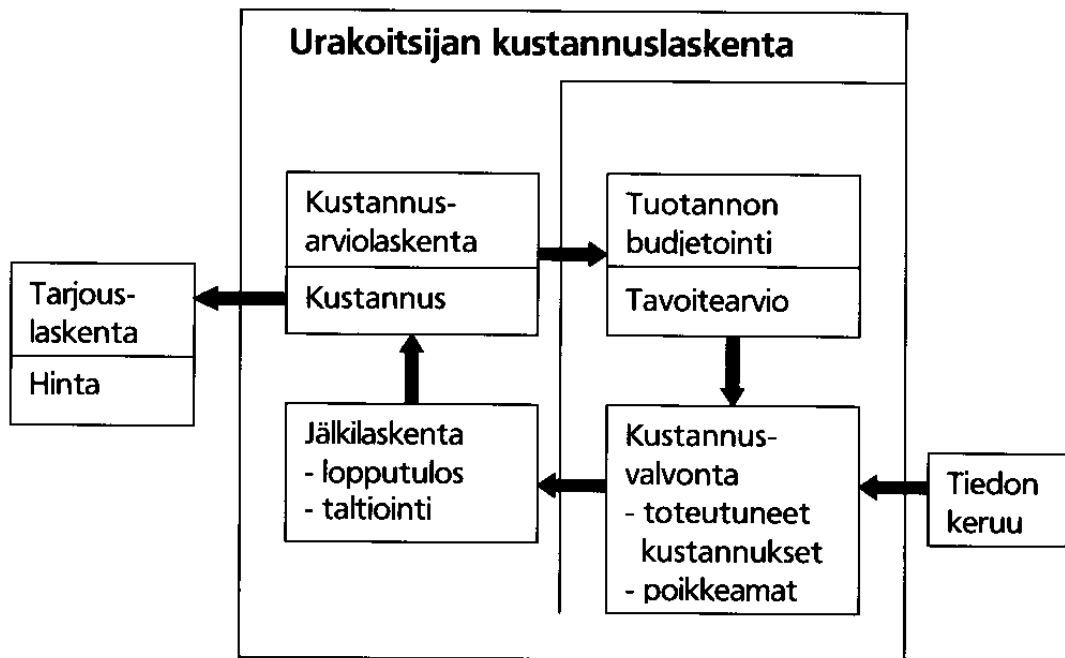
Suunnitteluvaiheen alussa tuotetaan ehdotus- ja luonnospiirustuksia, joiden pohjalta arvioidaan rakennuksen rakennuskustannuksia (rakennusosalaskenta). Menettelyn avulla voidaan tutkia kustannustavoitteessa pysymistä. Tämä on osa tilaajan tekemää kustannusohjausta. Tarjouslaskentavaiheeseen tultaessa tilaaja voi tehdä rakennusosalaskelman, jota käytetään vertailuhintana urakoitsijoiden tekemille tarjouksille. (Lindholm 2009.)

Tarjouslaskentavaiheessa tilaaja lähettää urakoitsijoille tarjouspyynnöt, joissa hän pyytää tarjouksia hankkeen toteuttamisesta. Kun urakoitsijat saavat tarjouspyynnöt, he aloittavat kohteen kustannusarvion laatimisen sekä tarjouslaskennan. Urakoitsijat tekevät saatujen asiakirjojen ja piirustusten pohjalta määrälaskennan sekä hinnoittelun. Määräluettelot voivat olla eritelty joko rakennusosittain tai suoritteina, riippuen suunnitelmien valmiusasteesta sekä yrityksen toimintatavoista. Kun urakoitsija on hinnoitellut kohteen, hän lähettää tilaajalle tarjouksen. Tarjouksessa urakoitsija ilmoittaa, mihin hintaan hän on valmis toteuttamaan tarjouspyynnössä esitetyn rakennuskohteen tai osan siitä. (Lindholm 2009.)

Tilaajan päätettyä tarjouksen hyväksymisestä kirjoitetaan tilaajan ja urakoitsijan välillä urakkasopimus. Urakkasopimuksen jälkeen urakoitsija määrittelee rakennushankkeelle budjetin, jonka pohjana käytetään tehtyä tarjousta. Budjetoinnin tarkoituksena on kohdistaa rakennusosille ja tehtäville töille kustannusarvion hinnat, joita käytetään työmaan talouden hallinnan apuna. Urakoitsija tekee ko-

ko rakennushankkeen ajan kustannusseuranta, jotta hankkeen kustannukset pysyvät tavoitehinnassa. (Lindholm 2009.)

Rakennusurakan jälkeen suoritetaan jälkilaskenta. Sen tarkoituksena on tarkistaa kohteen ja sen rakennusosien toteutuneet kustannukset ja verrata näitä tavoitteisiin. Jälkilaskennasta saatujen tietojen avulla voidaan päivittää yrityksen määrä- ja kustannustiedostoja sekä tarkistaa hankkeen lopullinen tulos. Jälkilaskennan tietoja voidaan hyödyntää tulevaisuudessa myös uusien hankkeiden kustannuslaskennassa viitekohdetietoina. Urakoitsijan tekemää kustannuslaskentaa on selvennetty vielä alla kuvassa 7. (Lindholm 2009.)



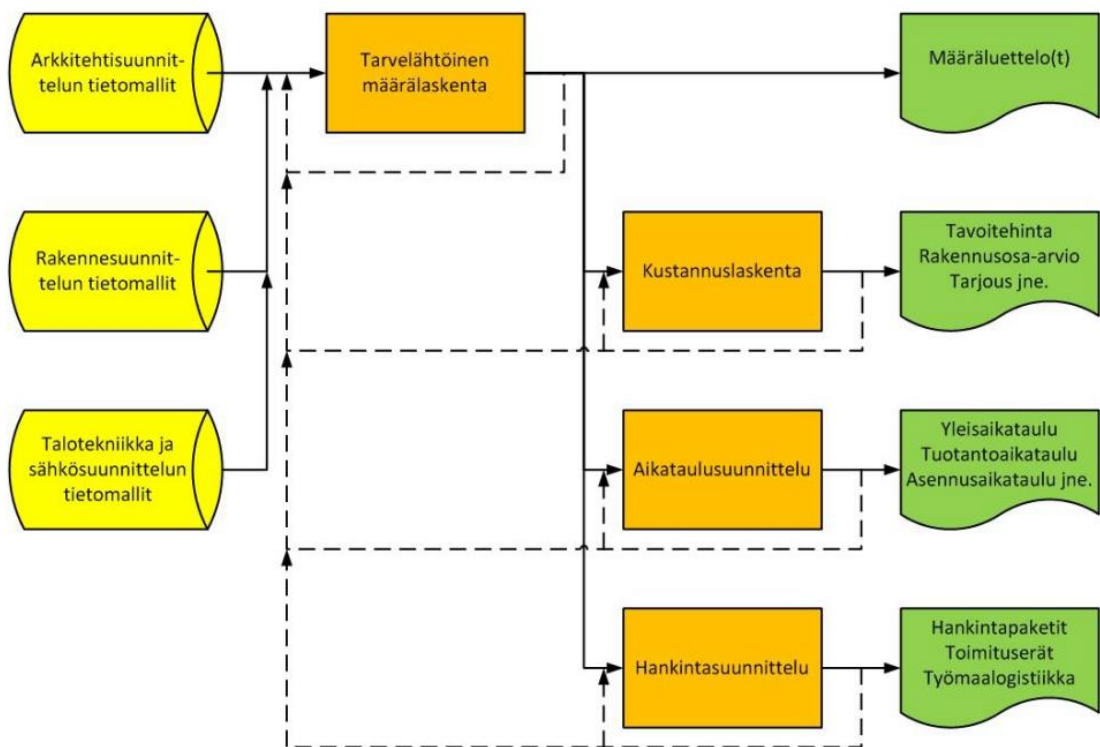
Kuva 7. Urakoitsijan kustannuslaskennan sisältö (Lindholm 2009)

4 Tietomallipohjainen määrälaskenta

Tietomallipohjaisen määrälaskennan avulla voidaan tehostaa huomattavasti määrätiedon keräämistä. Perinteisessä määrälaskennassa määrät mitattiin yleensä piirustuksista, kun mallipohjaisessa laskennassa niiden mittaus tehdään mallista tietokoneavusteisesti. Tämä nopeuttaa itse määrätiedon kerää-

mistä, jonka vuoksi se antaa mahdollisuuden tehdä määrälaskentaa huomattavasti useammin. Tällöin voidaan entistä paremmin tutkia erilaisia suunnittelu- vaihtoehtoja ja miten ne vaikuttavat kustannuksiin. (YTV 2012, osa 7.)

Tietomallipohjaisen määrälaskennan myötä itse määrälaskijan rutiininomainen työ vähenee, koska määrien mittaaminen suoritetaan tietokoneella. Tämän myötä määrälaskijan ammattitaidolla tulee olemaan entistä suurempi merkitys, koska hänen tulee huomata, jos luetteloiden määrissä on virheitä. Määrälaskijalle on oleellista myös olla tiedossa, mihin tarpeeseen määräluettelot tuotetaan (Kuva 8). (YTV 2012, osa 7.)



Kuva 8. Tietomallipohjaisen määrälaskennan käyttökohteita (YTV 2012, osa 7)

Vaikka tietomallipohjaisella määrälaskennalla voidaan tehostaa huomattavasti määrätiedon keräämistä, asettaa se sille myös tiettyjä rajoitteita ja vaatimuksia. Malleista ei saada kaikkea hankkeen aikana tarvittavaa määrätietoa. Niistä saatava määrätieto on noin 70 prosenttia siitä, mitä kustannushallinnassa tarvitaan (Uusitalo 2013). Tietomallipohjaisen määrälaskennan haasteita ja ongelmia on käsitelty lisää luvussa 4.2.

4.1 Vaatimukset

Tietomallipohjainen määrälaskenta asettaa tietomalleille tiettyjä vaatimuksia, jotta sen tekeminen olisi mahdollisimman tehokasta sekä mahdollisten virheiden määrä pieni. Määrälaskennan kannalta oleellisinta on, että tietomallit on toteutettu johdonmukaisesti sekä rakennus- ja tekniikkaosat mallinnettu projektissa asetettujen vaatimusten mukaan, ja nämä on kirjattuna tietomalliselostukseen. (YTV 2012, osa 7.)

Haasteita aiheuttaa muun muassa se, että rakennukseen on mallinnettu rakennusosia eri tarkkuustasolla tai eri mallinnustapaa käyttäen. Tällaisia tilanteita syntyy esimerkiksi, kun malliin tehdään niin sanottuja mallikerroksia, jolloin rakennuksen yksi kerros on mallinnettu yksityiskohtaisesti ja muut ovat vielä luonnosvaiheessa. Tai vastaavasti, kun rakennusta suunnitellaan lohkoittain, jolloin rakennuksen eri lohkojen tarkkuustasot saattavat poiketa toisistaan huomattavasti. Tällaisissa tilanteissa suunnittelijan tulee kirjata mallin tilanne tietomalliselostukseen, jolloin määrälaskija voi ottaa asian huomioon. (YTV 2012, osa 7.)

Määrälaskennan kannalta on myös oleellista, että rakennusosat ovat mallinnettu niihin tarkoitetuilla mallinnustyökaluilla: pilarit pilarityökalulla, seinät seinätyökalulla ja niin edelleen. Tämä edes auttaa sitä, että rakennusosista saadaan määrälaskennan tarvitsema mittatieto. (YTV 2012, osa 7.)

Tietomallissa on oleellista, että rakennus- ja tekniikkaosat on nimetty yksilöidysti ja kuvaavasti. On myös oleellista, että samaa nimeämisperiaatetta on käytetty johdonmukaisesti koko mallissa samoille rakennusosille. Nimeämiseen voidaan käyttää muun muassa rakennusosien rakennetyyppejä tai muuta vastaavaa nimeämisperiaatetta. (YTV 2012, osa 7.)

4.2 Haasteet ja ongelmat

Vaikka tietomalleilla saavutetaan monia hyötyjä määrälaskennassa, on niiden käytössä myös ongelmia ja haasteita. Suurimpia haasteita aiheuttavat puutteelliset sekä virheelliset määrät malleissa, jotka johtuvat mallin epäjohdonmukaisuudesta ja mallille asetettujen vaatimusten poikkeamisesta.

Rakennushankkeessa tuotetaan useita malleja eri suunnittelualoilta. Kun ne on toteutettu vaatimusten mukaan, sisältävät ne samoja rakennusosia. Arkkitehdin malli sisältää kantavia rakenneosia, joita on myös rakennesuunnittelijan mallissa, ja arkkitehtikin usein mallintaa myös talotekniikan laitteita kuten lavuaareja ja WC-istuimia. Ennen määrälaskennan aloittamista on oltava tiedossa sekä päätetty, mistä mallista määrät tullaan laskemaan. Pääsääntöisesti arkkitehdin mallissa olevat rakennusosat ovat tilavarauksia rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoille, joten näiden malleista saadaan tarkempaa määrätietoa. (YTV 2012, osa 7.)

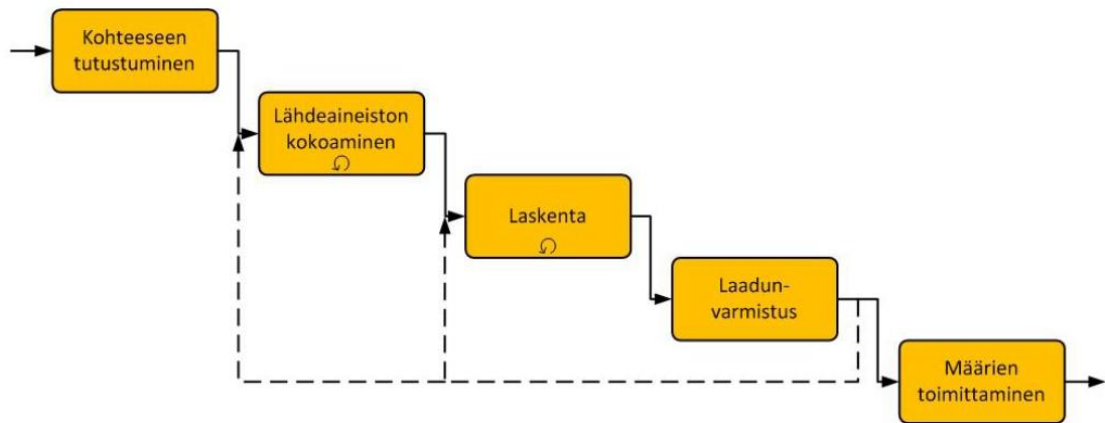
Eri suunnitteluohjelmistoissa olevat mallinnustyökalut saattavat aiheuttaa haasteita määrälaskennassa. Mallinnustyökalut on ensisijaisesti toteutettu suunnittelijoiden käyttöön ja tekemään heidän työstään mahdollisimman nopeaa ja yksinkertaista. Tällöin kuitenkin saattaa olla, että määrälaskennan kannalta rakennusosat eivät sisällä tarpeellista mittatietoa, vaan määrälaskija joutuu laskemaan ne muilla tavoin. Erityisesti ongelmia aiheuttavat erilaiset objektit ja parametriset malliosat. Kyseisillä mallinnusosilla voidaan mallintaa suuriakin kokonaisuuksia, jotka voivat sisältää määrälaskennan kannalta useita nimikkeitä. Kyseiset osat on määrälaskentaa varten käytävä kukin erikseen läpi, jotta tarpeellinen määrätieto saadaan tuotettua. Monimuotoiset ja erikoiset ratkaisut saattavat aiheuttaa myös haasteita, koska ohjelmistot eivät välttämättä pysty tuottamaan näistä osista luotettavaa mittatietoa. (YTV 2012, osa 7.)

Määrä- ja mittatiedon siirtyminen eri ohjelmistojen välillä saattaa aiheuttaa myös ongelmia. Määrälaskenta voidaan suorittaa joko suunnitteluohjelmiston alkupe- räisestä tiedostomuodosta (=natiivimalli) tai avoimessa tiedonsiirrossa käytettyä ifc-tiedostomuodossa olevasta mallista. Suositeltavinta on suorittaa määrä- laskenta natiivimallista, jolloin mallin tietosisältö on luotettavin. Tehtäessä mää- rälaskenta ifc-mallista, on määrälaskijan varmistuttava siitä, että rakennus- ja tekniikkaosat ovat mallissa oikein. (YTV 2012, osa 7.)

4.3 Määrälaskentaprosessi

Tietomallipohjaisen määrälaskennan prosessi on esitetty kuvassa 9. Onnistunut prosessi edellyttää, että määrälaskija on tutustunut kohteeseen huolellisesti,

lähdeaineiston sisältö on tarkistettu ja siihen on myös perehdytty. Kun laskenta on suoritettu siihen soveltuvalla ohjelmalla, tulee tulokset analysoida oikeellisuudeltaan ja tarkkuudeltaan ennen niiden toimittamista eteenpäin. (YTV 2012, osa 7.)



Kuva 9. Tietomallipohjaisen määrälaskennan prosessi (YTV 2012, osa 7)

Ennen ensimmäistä määrälaskentakertaa tulee määrälaskijan tutustua kohteeseen. Tällä tavoin kohteen laajuus ja erityispiirteet tulevat määrälaskijalle selväksi huomattavasti paremmin. Kohteeseen tutustumiseen voi käyttää apuna muun muassa tietomalleja sekä muita hankkeen dokumentteja, esimerkiksi rakennusselostusta. Lisäksi on suositeltavaa keskustella vielä suunnittelijoiden kanssa. (YTV 2012, osa 7.)

Varsinainen määrälaskentaprosessi alkaa lähdeaineiston kokoamisella. Määrälaskijan on myös varmistettava, että hänellä on käytössään oikeat versiot malleista ja asiakirjoista. Projektikohtaisesti sovitaan ja selvitetään, mistä malleista määrät lasketaan, mikä on niiden tarkkuustaso, jakautuvatko mallit osamalleihin, käytetäänkö laskentaan natiivi- vai ifc-malleja, kuinka tarkasti malleista saadaan haettua määrätietoa sekä ovatko rakenneselostuksen ja mallien tiedot yhtenäisiä. Jos kohteesta on tehty aikaisemmin laskentaa, on selvítettävä muutokset edellisiin versioihin nähden. (YTV 2012, osa 7.)

Itse laskennan suorittaminen onnistuu nopeasti, tarkasti ja luotettavasti, kun mallit ovat tietosisällöltään vaatimusten mukaisia sekä rakennusosat voidaan tunnistaa yksilöidysti ja niistä saadaan haettua tarvittava mittatieto. Usein ei kui-

tenkaan näin ole vaan määrälaskija voi joutua johtamaan tiedon muista rakennusosista tai jopa itse mallintamaan puuttuvia osia. Lähtökohtana kuitenkin on, että jos mallista puuttuu tietoa, malli palautetaan suunnittelijalle täydennettäväksi. Määrälaskennan tarkkuus riippuu paljon myös mallien tietosisällöstä. Suunnittelun edetessä mallien tietosisältö tarkentuu, jonka myötä myös määrälaskenta tarkentuu. (YTV 2012, osa 7.)

Määrälaskennan tekemisen jälkeen tulee saatujen määrätietojen tarkkuus sekä luotettavuus vielä tarkistaa ennen luetteloiden eteenpäin lähetystä. Määrien tarkistamiseen voidaan käyttää esimerkiksi tunnuslukuvertailua referenssikohteeseen nähden. Määrälaskentaprosessin lopputuloksena saadaan määräluettelot, joita voidaan hyödyntää eri käyttötarkoituksiin. (YTV 2012, osa 7.)

5 Rakennusliikkeen määrälaskentaprosessi

Rakennusliikkeen näkökulmasta katsoen tietomallipohjainen kustannushallintaprosessi koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäinen vaihe on rakennusosien mallintaminen, joko tekemällä mallinnus itse, tilaamalla ulkopuoliselta toimijalta tai saamalla valmis tietomalli. Toinen vaihe on määrälaskennan suorittaminen siihen soveltuvalla ohjelmistolla. Kolmas ja viimeinen vaihe on nimikkeiden hinnoittelu.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään kehittämään perustus- ja pohjarakenteiden määräluetteloiden tuottamista ArchiCAD-ohjelman tietomallista. Tavoitteena on tuottaa mallista suoraan jonkun Talo-nimikkeistön mukainen määräluettelo. Tämän työn esimerkkikohteeksi valittiin rakennusliikkeen yksi omatuotantokohteista, josta on kerrottu lisää luvussa 5.1.

Rakennuksesta on käytössä valmiit perustussuunnitelmat, joten mallinnus suoritettiin valmiiden suunnitelmien pohjalta. Oleellista tämän työn tekemisessä on miettiä rakennusliikkeen yleistä määrälaskentaprosessia, sitä miten määrälaskenta suoritetaan arkipäiväisessä työskentelyssä ja kuinka määräluetteloita voidaan hyödyntää.

5.1 As Oy Puumalan Saimaanrinne

Kohde on Puumalaan Saimaan rannalle rakennettu rivitalokohde, joka koostuu kahdesta erillisrakennuksesta sekä autokatoksesta. Ensimmäisessä talossa on kaksi ja toisessa kolme huoneistoa. Esimerkkikohteena käytettiin tätä kolmen huoneiston rakennusta (Kuva 10).



Kuva 10. Saimaanrinteen 2. rakennuksen havainnekuva (Karjalan Rakennus ja Maalaus Oy)

Rakennuksen ulkoseinät ovat puurakenteisia. Huoneistojen väliset seinät on toteutettu muuraamalla kahi-tiilistä. Yläpohja on puupalkkirakenteinen ja näkyviin jäävissä osissa on käytetty liimapuuta. Alapohja on maanvarainen lämmöneristetty betonilaatta. Perustukset on toteutettu kevytsoraharkoilla sekä maanvaraisilla nauha-anturoilla sekä kevytsorapilariharkoilla ja pilarianturoilla.

5.2 ArchiCAD

ArchiCAD on Graphisoftin kehittämä rakennussuunnitteluohjelma. Ohjelman kehitys aloitettiin vuonna 1982 Unkarissa ja sen ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1984, josta sitä on kehitetty tähän päivään asti. Ohjelman uusin versio-numero 18 julkaistiin vuonna 2014. Nykypäivänä ArchiCAD-ohjelmaa myydään yli 100:ssa eri maassa ja se on käännetty 25:lle eri kielelle. (Graphisoft 2015.)

ArchiCAD on pääsääntöisesti tarkoitettu rakennussuunnitteluun, mutta muutkin toimijat ovat löytäneet ohjelmasta mahdollisuuksia oman toimintansa kehittämiseen ja tehostamiseen. ArchiCAD on Suomessa hyvin yleisesti käytössä ja yksi

syy tähän saattaa olla ohjelman suomenkielisyys sekä sen helppokäyttöisyys. Lisäksi ohjelmalle on saatavilla myös suomenkielinen tekninen tuki, joka edesauttaa sen suosiota. Suomessa ArchiCAD-ohjelman maahantuojana toimii Micro Aided Design Oy, tunnetummin M.A.D.

5.2.1 Määrienhallinta

ArchiCAD-ohjelmasta löytyy kattavat työkalut ja luetteloinnit määrienhallintaan. Ohjelmassa voidaan tuottaa erilaisia luetteloita, jotka perustuvat rakennusosien geometriaan, tietosisältöön tai rakennusosiin liitettyyn määrätietueeseen. Ohjelmasta on mahdollista tuottaa määräluetteloita kahdella eri työkalulla: taulukoilla (engl. schedule) ja määräluetteloilla (engl. list).

Taulukot

Taulukoiden avulla voidaan nopeasti tuottaa erilaisia määräluetteloita. Taulukoiden ulkoasu ja sisältö ovat vapaasti käyttäjän muokattavissa, jolloin taulukoihin saadaan haettua vain tarpeellinen tieto.

Taulukoiden etuna on myös se että ne eivät vain luettelo elementtien tietoja, vaan tietoja voidaan myös muokata. Käyttäjän on mahdollista vaihtaa esimerkiksi elementtien ID-tietoa sekä rakennetyyppejä. Jos elementit kaipaavat enemmän muokkaamista, taulukossa valitut elementit on mahdollista valita myös mallin taso- tai 3D-näkymästä.

Käyttäjän on mahdollista vaikuttaa luetteloitaviin elementteihin taulukon asetuksissa. Taulukkoon luetteloidaan kaikki mallissa olevat elementit, vaikka ne olisivatkin piilotettuina. Käyttäjän on mahdollista lisäksi luetteloita vain kerrosnäkyvässä valitut elementit, jolloin luetteloiden tietosisältöön on helppo vaikuttaa tarpeiden mukaan.

Taulukot on mahdollista tallentaa ohjelmasta suoraan muun muassa pdf- sekä xls-tiedostoiksi.

Määräluettelot

Määräluettelot on toinen tapa tuottaa ohjelmasta luetteloita. Luetteloiden ominaisuudet poikkeavat taulukoiden ominaisuuksista olennaisesti. Määräluettelot

ovat pelkkiä tekstitiedostoja, joten niiden kautta ei ole mahdollista muokata eikä myöskään valita rakennusosia. Määräluetteloilla on mahdollista luetteloida samaa tietoa kuin taulukoilla, sekä lisäksi luetteloihin voidaan luetteloida tietoa rakennusosiin liitetyistä määrätietueista.

Määrätietueilla voidaan liittää elementteihin yksityiskohtaisempaa tietoa. Määrätietueet sisältävät nimikkeitä sekä kuvauksia. Nimikkeet ovat elementin mittatietoon liittyvää tietoa, esimerkiksi tarvike- tai työmenekki. Kuvauksella vastaavasti annetaan tietoa esimerkiksi työtavasta.

Ohjelmasta löytyy kolme erilaista määräluettelotyyppiä: elementti-, nimike- ja vyöhykeluettelo. Elementtiluetteloihin on mahdollista luetteloida mallissa olevien elementtien parametrejä. Nimikeluettelot hakevat tiedon rakennusosiin liitetyistä määrätietueista, ja vyöhykeluetteloiden avulla voidaan luetteloida vyöhykkeiden parametrejä, esimerkiksi tilojen laajuuksia.

Määräluetteloihin lueteltaviin elementteihin on mahdollista vaikuttaa luetteloiden asetuksissa. Luetteloihin listataan kaikki mallin näkymässä näkyvät elementit. Luetteloihin ei listata elementtejä, jotka ovat tasoasetuksien kautta piilotettuna näkymästä.

Määräluettelot on mahdollista tallentaa ArchiCAD-ohjelmasta suoraan muun muassa pdf- sekä txt-tiedostoksi, mutta ei kuitenkaan xls-muotoon.

5.3 Rakennusosien mallintaminen

Rakennusosia mallinnetaan ainoastaan perustus- ja pohjarakenteiden osalta, koska opinnäytetyön päätavoitteena on luoda näiden määrälaskentaan työkalut. Tietomallista tulee pystyä luetteloimaan seuraavat rakennusosat:

- anturat
- perusmuurit
- alapohja
- ulkopuoliset routaeristeet
- salaojajärjestelmän osat
- sadevesijärjestelmän osat

- täyttöosat.

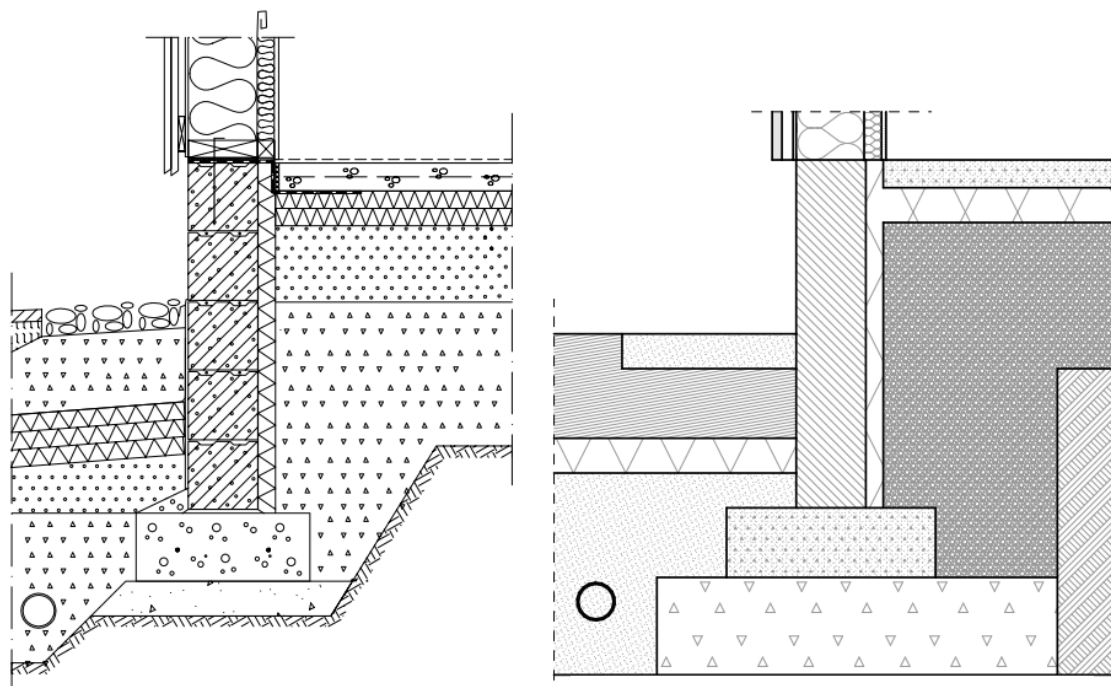
Rakennusosien mallintaminen lähtee liikkeelle sopivien mallinnustyökalujen valitsemisella. Tärkeää on, miten rakennusosat olisivat nopein jaärkevin mallintaa sekä kuinka rakennusosien nimeäminen toteutettaisiin. Lisäksi on myös tutkittava, kuinka ohjelma luetteloisi eri mallinnustyökalujen mittatietoa.

Rakennusosien nimeämisessä tulee huomioida, ettei käytettäisi sellaisia tunnuksia, jotka ovat alalla yleisesti käytössä muilla rakennusosilla. Nimeämisessä pyritäänkin käyttämään rakennusosalalle vakiintuneita tunnuksia ja lyhenteitä, jotta rakennusosat ovat tunnistettavissa myös suoraan mallista.

ArchiCAD on pääsääntöisesti suunnattu rakennussuunnittelijoille, joten on selvittävä miten ja millä tasolla sen työkalut soveltuvat rakennesuunnitelmien tekoon. Pääsääntöisesti ArchiCAD-ohjelmasta löytyy perustyökalut rakenteiden mallintamiseen, mutta tarkempaa suunnittelua sillä ei pystytä tekemään. Muun muassa betonirakenteiden raudoituksiin ja liitoksien suunnitteluun ohjelma ei sovellu. Yksinkertaisissa rakenteissa nämä olisi mahdollista hoitaa perinteisellä viivapiirtämisellä tehtävillä detaljeilla, mutta monimutkaisemmissa rakenteissa se ei ole kannattavaa, kuten esimerkiksi teräsrakenteiden suunnittelussa.

Rakennusosien mallintamista tehtäessä on huomioitava mallin käyttötarkoitus. Jos malli tehdään pelkästään määrälaskentaa varten, ei sen tarkkuudella ole välttämättä niin suurta merkitystä kuin vaikkapa työmaan käytössä. Esimerkiksi mallinnettaessa salaojia tai salaojakaivoja, ei näiden korolla ja kaadolla ole merkitystä määrälaskennan kannalta, kun taas työmaalle tämä tieto on oleellista. Molemmat taas tarvitsevat tiedot salaojanputkien ja kaivojen materiaaleista sekä geometriasta.

Mallinnusta suunniteltaessa on myös mietittävä, mitä kaikkea on järkevää mallintaa. Mallinnettaanko kaikki rakennekerrokset erillisinä vai rakennetyypit yhtenä rakennusosana, sekä mitä osia ei mallinnetta ollenkaan. Tietomalleista tehtyjen piirustusten tarkkuus ei yleensäkin yllä samalle tasolle kuin viivapiirtämisellä tehty (Kuva 11) ja yleensäkin mallia täydennetään erikseen tehtävillä leikkauksilla ja detaljeilla. Kuvassa oikeanpuolinen detalji on otettu ArchiCAD-mallista ja vasemmanpuoleinen piirustus on vastaava CAD-piirustuksena.



Kuva 11. CAD-piirustuksen ja ArchiCAD-mallista otetun piirustuksen erot

Määrälaskennan kannalta ei välttämättä ole oleellista, mitkä kaikki rakennusosat mallinnetaan, kunhan tieto vain siirtyy määrälaskijalle. Esimerkkinä tästä on kuvan (Kuva 11) perustusmuurin rakenne: CAD-piirustuksen avulla voidaan määrittellä kunkin rakennusosan määrä perusmuurin mittayksikköä kohti. Tämän jälkeen mallista saadaan tieto perusmuurin korkeudesta ja pituudesta, joiden avulla voidaan laskea määrät rakennusosittain esimerkiksi harkkojen, laastin sekä teräksen menekit. Perusmuurin rakenne on mahdollista myös jakaa suoriteisiin, jolloin määrät saadaan työ- ja materiaalimenekin yhdistelmänä.

Tehtävässä perustus- ja pohjarakennemallissa tietosisältö poikkeaa yleisestä käytännöstä siinä, että siihen mallinnetaan myös maa-aineksia. Tällöin puhutaankin niin sanotusta geomallista. Geotekniikan mallinnus ei esimerkiksi ole vaatimuksena YTV2012 tietomallivaatimuksissa. Maa-ainesten mallinnusta tehtäessä on mietittävä, kuinka tarkasti olisi mallinnettava sekä kuinka ne olisi eriteltävä. Toisin sanoen, riittääkö kun mallintaa vain sisä- ja ulkopuoliset täytöt erillään vai pitääkö täytöt eritellä vielä tarkemmin kuten kantaviin kerroksiin ja kapillaarikatkoihin.

5.4 Määräluetteloiden tuottaminen

Rakennusosien mallintamisen jälkeen tulee vuoroon määräluetteloiden tuottaminen. Määräluettelot on järkevintä toteuttaa ArchiCAD-ohjelman taulukoilla, koska nämä on mahdollista tallentaa suoraan Excel-tiedostoksi. Luettelon ollessa Excel-tilukkona sen tietosisällön hyödyntäminen kustannuslaskennassa on helpompaa. Taulukoihin on mahdollista myös hakea kaikki tarvittava tieto määrälaskennan näkökulmasta.

Käytettäväksi nimikkeistöksi on järkevintä valita Talo 2000 -nimikkeistö, koska ArchiCAD-ohjelma käyttää kyseistä tasoasetuksissaan. Kun käytetään samaa nimikkeistöä määräluetteloiden ja ohjelman kanssa, pystytään tasoasetuksilla jo valitsemaan mitä rakennusosia luetteloidaan sekä vältetään mahdollisilta sekaannuksilta.

Taulukon asetusten määrittäminen lähtee liikkeelle Talo 2000 -nimikkeistön määrälaskentaohjeeseen perehtymisellä. Ohjeesta selviää, kuinka rakennusosien mittatieto tulee ilmoittaa. Tämän jälkeen taulukon asetukset voidaan määrittellä niin, että kaikki tarvittava tieto löytyisi kyseisestä määräluettelosta. Lisäksi tulee tutkia, kuinka taulukko hakee sekä erittelee tiedot. Taulukossa 4 on esimerkki ArchiCAD-ohjelmalla tehdystä taulukosta.

Maaraluettelo									
Taso	ID	Määrä	Tilavuus [m3]	Pinta-ala [m2]	Paksuus [mm]	Korkeus [mm]	h [mm]	Korkeus	Leveys
AR1114_TÄYTTÖ	Roufa	1	11,90	154,56	---	---	---	---	---
AR1114_TÄYTTÖ	Sisa	1	60,28	67,16	---	---	---	---	---
AR1114_TÄYTTÖ	Ulko	1	41,87	154,56	---	---	---	---	---
AR1116_KUIVATUS	PVK	1	---	---	---	---	---	---	---
AR1116_KUIVATUS	SOK	4	---	---	---	---	---	---	---
AR1116_KUIVATUS	SOP	3	---	---	---	---	---	---	---
AR1116_KUIVATUS	SOP	2	---	---	---	---	---	108	110
AR1116_KUIVATUS	SVK	2	---	---	---	---	---	---	---
AR1116_KUIVATUS	SVP	3	---	---	---	---	---	108	110
AR1133_OLESKELU	Oleskelu	2	23,87	241,92	---	---	---	---	---
AR1211_ANTURA	AN	4	---	---	600	200	---	---	---
AR1211_ANTURA	PA	4	---	---	---	---	400	---	---
AR1212_PERUSMUURI	PM1	4	---	---	200	1000	---	---	---
AR1212_PERUSMUURI	PP	4	---	---	---	---	1000	---	---
AR1221_LAATTA	AP1	1	18,80	67,16	---	---	---	---	---

Taulukko 4. ArchiCAD-ohjelmasta tuotettu taulukko

ArchiCAD-ohjelmalla tehdyissä taulukoissa on se ongelma, etteivät ne ole helposti käytettävissä kustannuslaskennassa. Taulukot sisältävät kaiken tarvittavan tiedon, mutta niissä on monia tyhjiä soluja. Tämä johtuu siitä, että eri rakennusosat tarvitsevat eri mittatietoa ja rakennusosia on mallinnettu eri mallin-

nustyökaluilla. Taulukot ovat silloin helposti suoraan hyödynnettävissä, kun ei tarvitse luetteloida kuin yhdellä elementillä mallinnettuja osia. Tällöin taulukon sarakkeisiin voidaan asettaa vain tarpeelliset mittatiedot, jolloin tarpeettomien solujen määrä vähenee. Tässä tapauksessa kuitenkin määräluetteloiden määrä kasvaa, jos rakennuskohteen kaikki rakennusosat halutaan saada luetteloitua.

Kustannuslaskennan kannalta määräluettelon tulisi olla mielellään sellaisessa muodossa, että rakennusosat on eritelty määrälaskentaohjeen mukaan ja niistä on esitetty vain tarpeellinen mittatieto. Taulukossa 5 on esimerkki rakennusosalaskelmasta, joka on eritelty Talo 2000 hankenimikkeistön mukaan.

Talo 2000	Nimike	Määrä	Yksikkö
111	Maaosat		
1114	Rakennusalueen täyttö, Mursketäyttö	320	m3ktr
1114	Routaeriste, EPS	65	m2
1116	Salaojat, d=110	60	jm
113	Päällysteet		
1131	Asfaltti	70	m2
1133	Nurmi	200	m2

Taulukko 5. Talo 2000 -nimikkeistön mukainen rakennusosalaskelma

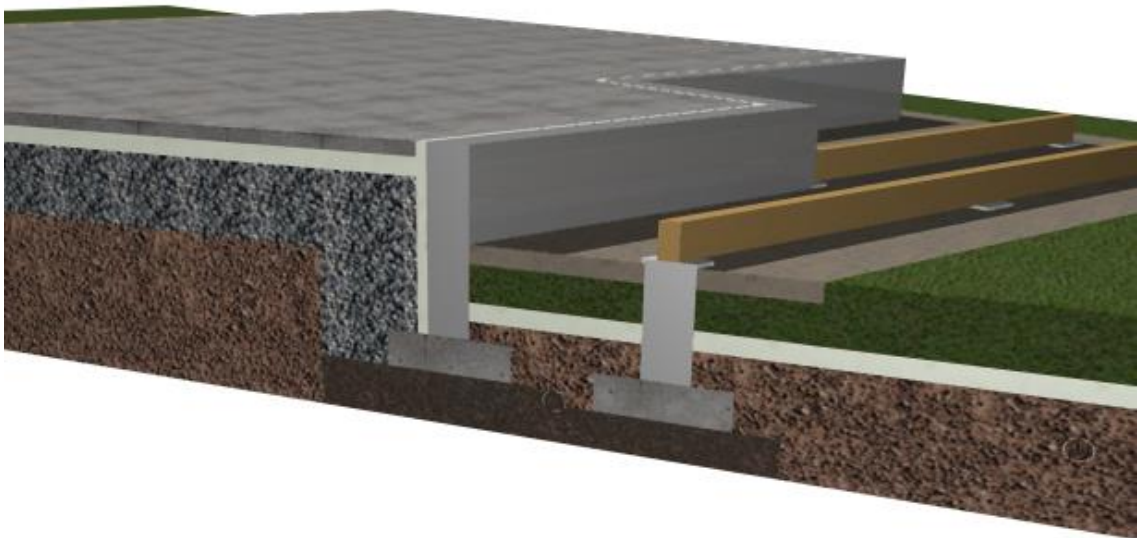
Rakennusliikkeen määrälaskentaprosessin kannalta tulisi taulukon muuntamiseen tehdä mahdollisimman yksinkertainen sekä samalla monipuolinen ja kattava ratkaisu. Lisäksi tulisi miettiä, miten muuntaminen onnistuu erilaisissa kohteissa eikä vain tämän opinnäytetyön esimerkkikohteessa, ja kuinka kattava ratkaisun tulisi olla. Työn tilaajalla oli myös toiveena, että luettelot olisivat Excel-muodossa, jotta niiden hyödyntäminen jatkotoimenpiteissä olisi mahdollisimman helppoa.

6 Yhteenveto määrälaskentaprosessista

Tässä opinnäytetyössä tuotettiin tämän raportin lisäksi perustus- ja pohjarakennemalli esimerkkikohteelle, mallinnus- ja käyttöohje työkalujen käyttöön, ArchiCAD-aloituspohja sekä Excel-tilukko, joka sisältää makron Talo 2000 -

nimikkeistön mukaisen määräluettelon tuottamiseen ArchiCAD-ohjelmalla tuotusta määrätaulukosta.

Kohteen perustus- ja pohjarakenteet mallinnettiin käyttäen ArchiCAD-ohjelmaa. Mallinnuksen lopputuloksena saatiin perustus- ja pohjarakennemalli, joka sisältää luvussa 5.3 luetellut rakennusosat. Kuvassa 12 on esitetty havainnollistava leikkaus tehdystä mallista. Kuvasta käy ilmi, millä tarkkuustasolla malli on tehty sekä mitä eri rakennusosia malliin on tuotettu.



Kuva 12. Saimaanrinteen pohja- ja perustusmallin havainneleikkaus

Rakennusosien mallintamisen jälkeen tuotettiin niistä määräluettelo ArchiCAD-ohjelmasta. Määräluettelo tuotettiin ohjelman taulukoilla, jotta luettelo saatiin tallennettua suoraan Excel-tiedostoksi. ArchiCAD-ohjelmaan tuotettiin tätä ennen taulukkopohja, jota voidaan jatkossakin hyödyntää tiedon ulosottamiseen ohjelmasta. Tämän jälkeen tehdystä luettelosta muokattiin Talo 2000 -nimikkeistön mukainen rakennusosaluettelo (Taulukko 6) erilliseen Excel-taulukkoon tehdyn makron avulla.

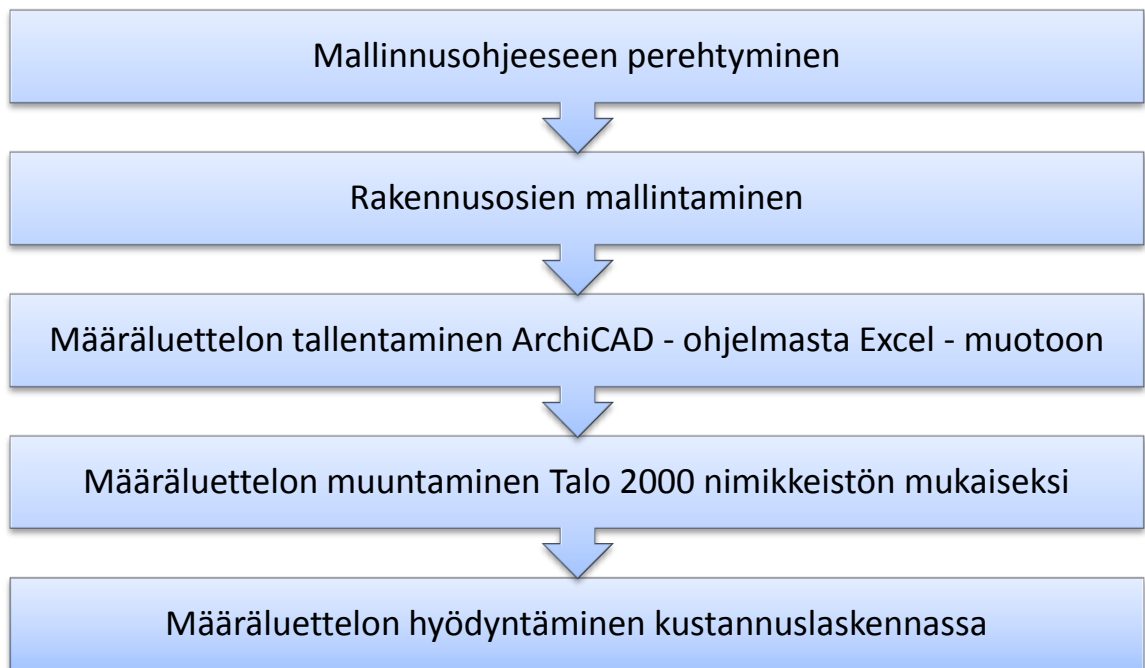
TALO 2000	Nimike	Määrä	Yksikkö
1114_TÄYTTÖOSAT			
	Ulkopuoliset täytöt, Maa	41,87	m3
	Sisäpuoliset täytöt, Sora	60,28	m3
	Routasuojaus, EPS	154,56	m2
1116_KUIVATUSOSAT			
	Salaojakaivo, h = 1200	4	kpl
	Salaojaputki	27,56	jm
	Sadevesikaivo, h = 1530	2	kpl
	Perusvesikaivo, h = 2730	1	kpl
	Rännikaivo	3	kpl
	Sadevesiputki	37,65	jm
	Radonputki	0	jm
1211_ANTURAT			
	Nauha-antura 600 x 200	40,8	jm
	Pilariantura 1500 x 1500 x 400	4	kpl
1212_PERUSMUURIT, PERUSPILARIT JA PERUSPALKIT			
	PM1, h = 1000	40	jm
	Peruspilari 300 x 300, h = 1000	4	kpl

Taulukko 6. Excel-taulukon tuottama rakennusosalaskelma

Tämän Excel-ohjelmaan tehdyn makron toiminta vaatii, että tietomallit ovat mallinnettu oikein ja niiden nimeämisperiaate on oikeanlainen. Tästä syystä työkalun käyttöön luotiin mallinnus- ja käyttöohje, jossa kerrotaan, kuinka rakennusosat tulee mallintaa ja nimetä sekä opastetaan Excel-pohjan käyttöön.

Työssä tehtyyn ArchiCAD-aloituspohjaan luotiin valmis taulukkopohja, joka soveltuu käytettäväksi yhdessä Excel-pohjan kanssa. Aloituspohjaan luotiin lisäksi erilaisia rakennusaineita, rakennetyyppejä ja objekteja, joita voidaan hyödyntää perustus- ja pohjarakenteiden mallintamisessa.

Rakennusliikkeen kannalta määrälaskentaprosessi pyrittiin saamaan mahdollisimman yksinkertaiseksi ja nopeaksi. Opinnäytetyössä kehitettyä prosessia on kuvattu kuvassa 13.



Kuva 13. Rakennusliikkeen määrälaskentaprosessi

Määrälaskentaprosessin lopputuloksena saadaan Talon 2000 -nimikkeistön mukainen rakennusosalaskelma, jota voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi tarjousvaiheen kustannuslaskennassa, omassa tuotannonsuunnittelussa ja aliurakoitsijoiden tarjouspyyntöjen liitteenä.

7 Pohdintaa

Tulevaisuudessa yhä enemmän rakennushankkeita tullaan toteuttamaan tietomallipohjaisesti, joka antaa näin hyvät edellytykset myös tietomallipohjaiselle määrälaskennalle. Tietomallipohjainen määrälaskenta nopeuttaa ja tarkentaa laskentaa, jolloin rakennusliikkeellä on mahdollista toteuttaa laskenta entistä tarkemmin. Lisäksi kun laskentaprosessi nopeutuu, on rakennusliikkeelle edullisempääkin toteuttaa määrälaskentaa. Tietomallipohjainen määrälaskenta kuitenkin vaatii panostuksia, jotta sen hyödyntäminen olisi mahdollisimman laajamittaista. Tietomallien käsittely vaatii omat ohjelmistonsa ja usein myös tehokkaampia tietokoneita. Lisäksi henkilöstö täytyy kouluttaa ja opastaa ohjelmien käyttöön. Tärkeimpänä muutoksena on kuitenkin itse määrälaskentaprosessin muuttaminen ja kehittäminen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli juuri kehittää näitä asioita.

Opinnäytetyössä tehtyjen työkalujen käyttö rajautuu melko kapealle alueelle ja näin vaatii vielä jatkokehitystä, jotta niiden käyttö olisi mahdollisimman tehokasta. Tällä hetkellä työkalut on tehty vain perustus- ja pohjarakenteiden määrälaskentaan, joten tulevaisuudessa työkalujen käyttöä voisi laajentaa koko rakennuksen rakennusosille. Tällöin kaikki rakennusosat saataisiin nopeasti luetteloidua yhteen taulukkoon, josta ne on sitten helppo siirtää kustannuslaskentaan.

Työkalujen Excel-pohjan ominaisuuksissa olisi myös paljon kehitettävää. Tällä hetkellä pohja vain luetteloit ArchiCAD-ohjelmalla tehdystä luettelosta tiedot selkeämpään muotoon. Makro vaatii, että tämän luettelon rakennusosien tiedot ovat aina samoilla sarakkeillaan, joten taulukon on oltava aina samanlainen. Makroa voisi kehittää muun muassa niin, että sarakkeiden järjestyksellä ei olisi merkitystä, kunhan tarpeelliset tiedot ovat vain luetteloitu. Pohjaan voisi myös kehittää luettelon päivitysmahdollisuuden, jolloin työkalu soveltuisi hyvin myös kustannusohjaukseen. Muutoksien vaikutuksen voisi nähdä suoraan kokonais hinnassa, jos pohjaan on valmiiksi hinnoiteltu kaikki nimikkeet.

Työkalujen käytön kannalta oleellisinta on, että tietomalli on mallinnettu oikein, eli mallintaja on käyttänyt mallinnusohjeessa esitettyjä työkaluja sekä nimeämisperiaatetta. Tämä kuitenkin vaatii sen, että rakennusliikkeellä on mahdollista vaikuttaa tehtäviin malleihin ja niiden sisältöön. Rakennushankkeissa on kuitenkin harvoin urakoitsijaa valittuna suunnitteluvaiheessa. Parhaimmillaan työkalujen käyttö onkin omaperusteisessa rakentamisessa, jolloin rakennusliike itse tilaa suunnitelmat. Lisäksi jotkut urakkamuodot myös mahdollistavat sen, että urakoitsija voi vaikuttaa suunnittelijoihin, esimerkiksi KVR-urakkamuodot.

Rakennusliikkeen tilatessa tietomallia ulkopuoliselta toimijalta tulee sen määrittellä tietomallin sisältö sekä tarkkuus. Mallin tarkkuus riippuu paljon hankkeen vaiheesta, koska hankkeen alussa ei tarvita niinkään tarkkaa mallia verrattuna toteutusvaiheen malliin. Mallien tilaamiseen voisi käyttää apuna esimerkiksi Yleisten tietomallivaatimusten 2012 sisältämiä mallien tietosisältötaulukkoita. Taulukot eivät kuitenkaan suoraan sovellu mallien tilaamiseen, koska niissä ei esimerkiksi ole määritelty geo-osien mallintamista. Kyseisille rakennusosille rakennusliikkeen tulisi itse määrittellä tarkkuustasot.

Rakennusliikkeellä on mahdollisuus tuottaa tietomallinsa myös itse, jolloin ne ovat juuri heidän tarpeisiinsa oikeanlaiset. Rakennusliike voisi suorittaa perustus- ja pohjarakenteiden suunnittelunkin omalla henkilöstöllään, mutta tämä vaatisi suunnittelijan pätevyydet. Mallit voisi tuottaa myös rakennesuunnittelijan tekemien piirustusten avulla, jolloin mallintajalla ei tarvitsisi olla suunnittelijan pätevyksiä. Tässä tilanteessa ei kuitenkaan saavuteta kaikkia tietomallintamisen hyötyjä ja se aiheuttaa lisätyötä. Mallista saadaan haettua määrätietoa ja sitä voidaan hyödyntää myös havainnollistamiseen, mutta ennen mallinnuksen tekemistä tulee miettiä missä laajuudessa mallintaminen on kannattavaa.

Rakennusliikkeen tehdessä laajamittaista omaperusteista rakentamista, jossa toistuvat samat rakenneratkaisut ja -tyypit, voisi se kehittää myös omat tuoterakenteensa (=reseptit). Näitä voisi hyödyntää niin suunnittelun nopeuttamisessa kuin määrälaskennan tehostamisessa. Tuoterakenteen avulla voitaisiin suoraan liittää määräluettelossa oleviin nimikkeisiin tietoa rakennusosan työ- ja materiaalimenekeistä.

Tulevaisuudessa työkalujen toimintaa voisi tutkia ja kehittää myös avoimen tiedonsiirron kannalta. Tällä hetkellä työkalujen toiminta vaatii, että tietomallit ovat tuotettu juuri ArchiCAD-ohjelmalla. Ohjelma on kuitenkin pääsääntöisesti tarkoitettu rakennussuunnitteluun, joten rakennesuunnittelijoilla on usein käytössään muita ohjelmistoja. ArchiCAD-ohjelma tukee yleisesti käytössä olevaa IFC-tiedonsiirtoa, joten työkalua voisi kehittää niin että se tukisi myös IFC-formaattia. ArchiCAD-ohjelmaan tuotaessa ifc-malli, ohjelma tunnistaa rakennusosat erillisinä elementteinä. Näitä on mahdollista myös muokata ohjelman omilla työkaluilla. Näin ollen voisi riittää, että suunnittelijoille annetaan riittävän tarkka ohjeistus ifc-mallien tuottamiseen, jotta työkalun käyttö olisi mahdollista myös avoimessa tiedonsiirrossa.

Opinnäytetyössä selvisi myös, että ArchiCAD-ohjelma soveltuu jossain määrin rakenne- ja geo-osien mallintamiseen ja suunnitteluun. Ohjelmasta löytyy kattavat ominaisuudet ja työkalut osien mallintamiseen. Detaljitasolle mentäessä tarvittavat työkalut kuitenkin puuttuvat tai ne ovat ominaisuuksiltaan puutteellisia. Ohjelmalla tuotetuista tietomalleista on mahdollista tuottaa esimerkiksi yleisleikkauksia sekä tasopiirustuksia. Detaljitason piirustuksien mallintamisen työmäärä

kasvaa turhan paljon, jolloin piirustuksien tuottaminen on suositeltavaa toteuttaa perinteisellä CAD-piirtämisellä.

Rakennusliikkeen määrälaskentaprosessin kannalta on myös järkevää miettiä, kuinka paljon näitä työkaluja on syytä kehittää jatkossa. Markkinoilla on tarjolla paljon eri ohjelmistoja, jotka on suunnattu juuri tietomallipohjaiseen määrä- ja kustannuslaskentaan. Näiden ohjelmistojen ominaisuudetkin ovat huomattavasti laajemmat ja kattavammat sekä niiden kehitystyötä tehdään koko ajan. Ohjelmat on usein myös integroitu kustannuslaskennan kanssa, joten määrälaskennan tiedot siirtyvät suoraan kustannuslaskentaan. Olennaista myös on, kuinka paljon työkalun käytöllä saavutetaan hyötyjä ja mikä sen käyttötarve on.

Kuvat

Kuva 1. Hankkeen tietomallirakenne (vrt. YTV 2012, osa 3), s. 8

Kuva 2. Tietomallintamisen hyödyt, s. 11

Kuva 3. Tietomallintamisen haasteet, s. 12

Kuva 4. Tietojen siirto rakennushankkeen eri osapuolten välillä (vrt. Enkovaara ym. 1994), s. 13

Kuva 5. Kustannusten määräytyminen ja kertyminen (Lindholm 2009), s.17

Kuva 6. Päätöksien vaikutus hankkeen kustannuksiin (Lindholm 2009), s. 18

Kuva 7. Urakoitsijan kustannuslaskennan sisältö (Lindholm 2009), s. 19

Kuva 8. Tietomallipohjaisen määrälaskennan käyttökohteita (YTV 2012, osa 7), s. 20

Kuva 9. Tietomallipohjaisen määrälaskennan prosessi (YTV 2012, osa 7), s. 23

Kuva 10. Saimaanrinteen 2. rakennuksen havainnekuva (Karjalan Rakennus ja Maalaus Oy), s. 25

Kuva 11. CAD-piirustuksen ja ArchiCAD-mallista otetun piirustuksen erot, s. 29

Kuva 12. Saimaanrinteen pohja- ja perustusmallin havainneleikkaus, s. 32

Kuva 13. Rakennusliikkeen määrälaskentaprosessi, s. 34

Taulukot

Taulukko 1. Tilalaskelma, s. 14

Taulukko 2. Rakennusosalaskelma, s. 15

Taulukko 3. Suoritelaskelma, s. 16

Taulukko 4. ArchiCAD-ohjelmasta tuotettu taulukko, s. 30

Taulukko 5. Talon 2000 -nimikkeistön mukainen rakennusosalaskelma, s. 31

Taulukko 6. Excel-tilalaskelman tuottama rakennusosalaskelma, s. 33

Lähteet

BuildingSmart Finland 2015. Standardit. <http://www.buildingsmart.fi/5>. Luettu 13.1.2015

Graphisoft 2015. <http://www.archicad.com>. ArchiCAD. Luettu 15.1.2015

Enkovaara, E., Haveri, H. & Jeskanen P. 1994. Rakennushankkeen kustannushallinta. Helsinki: Rakennustieto Oy

Korpela, J. 2011. Tietomallintamisen hyödyt ja haasteet rakennushankkeen eri osapuolten näkökulmasta. Aalto-yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Diplomityö.

Lehtoviita, T. 2014 Saimaan Ammattikorkeakoulu. Lappeenranta. Palaveri 12.12.2014

Lindholm, M. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy

Pro IT 2006. Tuotemallitieto rakennusprosessissa. <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>. Luettu 17.1.2015

Rakennettu ympäristö 2012. Suomen ensimmäiset kansalliset tietomallivaatimukset julkistettiin tänään. <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/uutiset/66TTFi8iB.html>. Luettu 17.1.2015.

RIL 2015. Tietomallinnus. <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>. Luettu 13.1.2015.

RT 10-11066 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012) osa 1. Yleinen osuus. Helsinki: COBIM – hankkeen osapuolet

RT 10-11068 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012) osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Helsinki: COBIM – hankkeen osapuolet

RT 10-11072 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012) osa 7. Määrälaskenta. Helsinki: COBIM – hankkeen osapuolet

RT10-11076 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012) osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. Helsinki: COBIM – hankkeen osapuolet

RT10-11077 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012) osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. Helsinki: COBIM – hankkeen osapuolet

Uusitalo, H. 2013. Tietomallipohjaisen määräenhallinnan hyödyntämien rakennustuotannossa. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Diplomityö.