

# TIETOMALLIPOHJAISEN MÄÄRÄTIEDONHALLINTA

Matti Myllymäki

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2014

Rakennustekniikka





Tekijä(t) Myllymäki, Matti	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 20.5.2014
	Sivumäärä 26	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi Tietomallipohjaisen määrätiedonhallinta		
Koulutusohjelma Rakennustekniikka		
Työn ohjaaja(t) Viinikainen, Marko Pitkänen, Seppo		
Toimeksiantaja(t) Isoranta, Timo FMC Laskentapalvelut Oy		
Tiivistelmä <p>Tietomallipohjainen suunnittelu yleistyy rakennusalalla ja tulee tunnetummaksi ympäri maailman. Tietomallipohjaisesta suunnitelmasta voidaan saada paljon hyötyä rakennushankkeisiin jos kaikki hankkeen osapuolet noudattavat yhteisiä tietomallivaatimuksia.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia tietomallintamisen hyötyjä ja haittoja tietomallipohjaisessa määrätiedonhallinnassa. Työssä havainnollistetaan määrälaskentaohjelmien TCM Pro:n ja Easy BIM:n välistä määrätiedon siirtoa ja niiden mahdollisuuksia helpottaa määrälaskentaprosessia</p> <p>Tuloksena selvisivät, että urakan sopimusehtoihin pitäisi saada tietomallisuunnitelmiin tarkkuusvaatimuksia, jotta määrälaskennan kannalta voitaisiin jättää paperisuunnitelmista tarkistaminen kokonaan pois. Työssä esitetään esimerkkilaskelmien perusteella miten voi käsitellä määrätietoja, joita on tuotu tietomallipohjaisista suunnitelmista.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Tietomallintaminen, määrälaskenta		
Muut tiedot		



Author(s) Myllymäki, Matti	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 20.5.2014
	Pages 26	Language Finnish
		Permission for web publication ( X )
Title BIM-based quantity information management		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) Pitkänen Seppo, Viinikainen, Marko		
Assigned by JAMK University Of Applied Sciences		
Abstract  <p>BIM (Building Information Model) has become more common in construction trade and it will gain more popularity around the world. BIM can be useful for the design system, and it offers many benefits to a building project if every party follows the common design requirements</p> <p>The goal of the thesis was to explore the benefits and threats of BIM-based quantity information management. In this thesis quantity information data transfer between TCM Pro and Easy BIM quantity calculation programs is demonstrated with the benefits offered by those programs to quantity information management.</p> <p>The result of the thesis was that for BIM accuracy demands need to be defined in the contract terms to prevent double checks for paper designs for quantity calculation. This thesis demonstrates how to manage quantity information obtained from building information models.</p>		
Keywords BIM, Quantity information management		
Miscellaneous		

## Sisällys

Käsitteitä.....	2
1. Työn lähtökohdat.....	4
1.1 Tehtävän tausta.....	4
1.2 Tavoitteet.....	4
1.3 Rajaus .....	5
2 Määrälaskentaprosessi.....	5
2.1 Yleistä.....	5
2.2 Prosessin kuvaus .....	6
2.2.1 Kohteeseen tutustuminen .....	6
2.2.2 Lähdeaineiston kokoaminen.....	6
2.2.3 Laskenta .....	7
2.2.4 Laadunvarmistus .....	7
2.1.5 Määrien toimittaminen .....	8
3 Tietomallinnus.....	8
3.1 Tietomalli .....	8
3.2 Tietomallinnuksen hyödyt ja hyödyntäminen .....	9
3.3 Määrälaskennan vaatimukset .....	12
4. Rakennuksen tietomallin vaiheistus .....	13
5. Laskentaohjeen päivittäminen tietomallipohjaiseen laskentaan .....	18
5.1 Yleistä.....	18
5.2 Tietomallipohjainen laskenta .....	19
5. IFC.....	23
5.1 IFC-tiedonsiirtostandardi .....	23
5.2 Tiedonsiirron periaate .....	24
Pohdinta.....	24
Lähteet.....	26

## Käsitteitä

2D	Two dimensional eli kaksiulotteinen. Esimerkiksi CAD-pohjaiset suunnitelmat ovat 2D-suunnitelmia
3D	Three dimensional eli kolmiulotteinen. Esimerkiksi tietomallisuunnitelmat ovat kolmiulotteisia.
4D	3D+ aika. Eli ajan lisääminen suunnitelmiin, kuten aikataulutus.
BIM	Buildin Information Model. Englanninkielinen yleisnimi rakennuksen tietomallille.
CAD	Computer Aided Desing. Tietokoneavusteinen suunnittelu.
IAI	International Alliance for Interoperability on kansainvälinen yhteensopivuutta tukeva yhteenliittymä, joka vastaa IFK-standardin kehittamisestä ja julkaisusta. Nykyään tunnetaan Building Smart nimellä.
IFC	Industry Foundation Classes on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistönpidon eri tietojärjestelmien välillä.

Tietomalli	Tietomalli (tunnetaan myös nimellä tuotemalli) on rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus. Tietomalli kuvaa rakennuksen tuotetiedon tietomallinmukaisesti jäsenneiltyä.
Määrätieto	Tietyn rakennushankkeen tarkka rakennusosa /materiaali määrä.
TCM Pro	TCM Pro on tuoterakennepohjaista määrä- ja kustannuslaskentaa tukeva ohjelmisto.
Easy BIM	Easy BIM on talonrakentamisen tietomallipohjaiseen määrälaskentaan kehitetty ohjelma. Kulkee ns. käsi kädessä TCM Pro:n kanssa.

## 1. Työn lähtökohdat

### 1.1 Tehtävän tausta

Työni tavoitteena oli päivittää laskentaohjeet tietomallintamisaikakaudelle samalla selvittäen prosessin eri vaiheiden läpikäyntiä ristiriitoinen ja uhkineen. Opinnäytetyössä käytiin läpi eri ohjelmistoja, joita voidaan käyttää hyväksi tietomallipohjaisessa määrälaskennassa.

Työ tehtiin FMC Laskentapalvelut Oy:lle, joka pääasiallisesti tarjoaa määrä- ja kustannuslaskentaa. Heillä käytössään olevat ohjelmistot olivat opinnäytetyön tekijälle tuttuja, mutta muista määrälaskentaohjelmista ja niiden ominaisuuksista ei ole ollut kokemusta. Tässä työssä käytettiin esimerkeissä nimikkeistönä Talo 80 järjestelmää, TCM Pro- ja Easy BIM ohjelmia. Kyseiset ohjelmat ja nimikkeistöt ovat käytössä yleisimmin FMC Laskentapalveluilla.

### 1.2 Tavoitteet

Työni tavoitteena oli tutkia tietomallintamisen hyötyjä ja haittoja määrälaskennan näkökulmasta. Yksi tutkimuksen pääkohdista oli havainnoida tietomallintamisen vaikutusta määrälaskentaan, kuten miten voidaan hyödyntää tietomallisuunnitelmia ja miten suunnitelmat saadaan tuotua määrälaskentaohjelmaan suoritteille.

Laadunvarmistus tulee useasti kysymykseen, kun puhutaan tietomallipohjaisesta määrätiedonhallinnasta ja vastuista suunnitelmien paikkaansa pitävyydestä, joten työssä otettiin kantaa, miten omien ja muiden kollegoiden kokemusten mukaan voidaan hallita tietomallisuunnitelmista tuotuja määrätietoja.

Työssä pyrittiin kuvaamaan esimerkkilaskuja hyväksi käyttäen, miten voidaan tuoda ja käsitellä määrätietoja tietomallista tuoden ja mitä hyötyjä tietomallista voidaan saada määrälaskennan näkökulmasta katsottuna. Tavoitteena oli saada tehtyä havainnollistavaa materiaalia, mitä ja miten saadaan hyödynnettyä tietomallisuunnitelmia hankkeen eri vaiheaiheessa ja mitä määrätietoja voidaan tuottaa tietomallista.

### 1.3 Rajaus

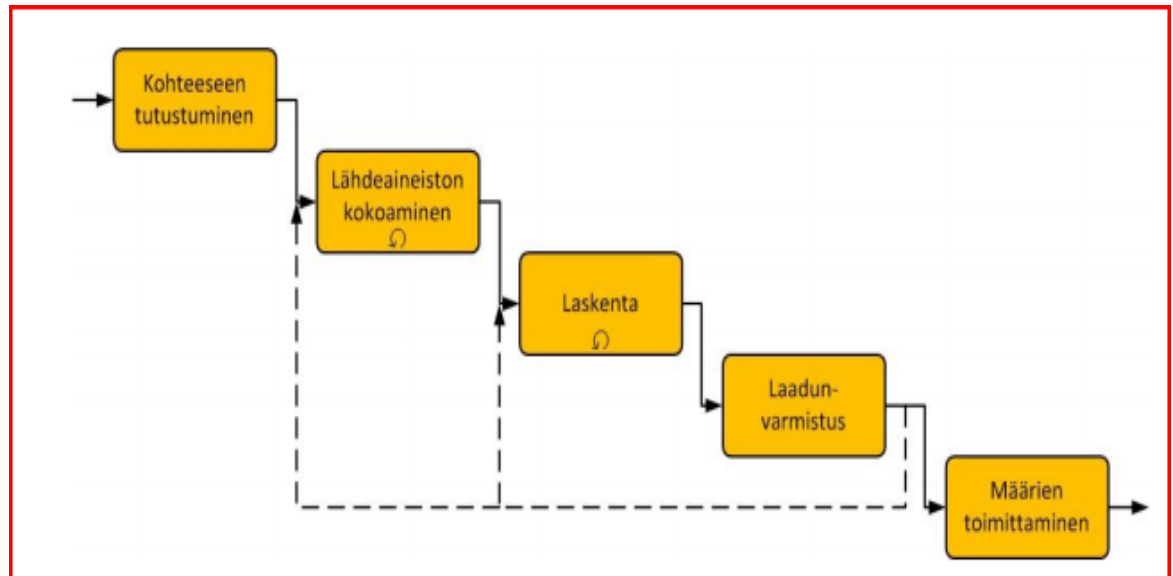
Työssä tarkasteltiin määrälaskentaa tietomallipohjaisen suunnitelmien pohjalta. Työ rajattiin kahteen määrälaskentaohjelmaan, TCM Pro ja Easy BIM ohjelmiin, koska FMC Laskentapalvelut Oy käyttää kyseisiä ohjelmia ja ohjelmat kattavat hyvin määrälaskennan tarpeita tietomallipohjaisia suunnitelmia hyväksi käytettäessä.

## 2 Määrälaskentaprosessi

### 2.1 Yleistä

Rakennuksen tietomalleista tehtävän määrälaskennan prosessi eroaa monin osin perinteisestä suunnitteludokumentteihin perustuvasta määrälaskennan prosessista. Kuviossa 1 esitetään määrälaskennan prosessin kulku (Tauriainen 2014). Määrälaskentaprosessissa on saatava hyvä kuva koko rakennuksesta ja sopimusasiakirjoista. Sopimusasiakirjoista selviää miten urakat on jaettu eri urakoitsijoiden kesken ja mitä niihin urakoihin kuuluu.





Kuvio 1. Määrälaskennan vaiheistus. (alkup. kuvio ks. Tauriainen 2014)

## 2.2 Prosessin kuvaus

### 2.2.1 Kohteeseen tutustuminen

Kohteeseen tutustuttaessa on tärkeää havainnoida kohteen ominaispiirteet ja riskikohdat, joissa voisi tulla epätarkkuuksia ja ristiriitoja suunnitelmiin verrattuna. Tietomallin avulla on helpompi havainnoida ja sisäistää kohteen laajuus ja ominaispiirteet. Tärkeää on myös tutustua esimerkiksi rakennusselostukseen, jotta saa yleispätevän käsityksen kohteen ominaisuuksista.

### 2.2.2 Lähdeaineiston kokoaminen

Ennen jokaista laskentaa on koottava laskennan lähdeaineisto ja varmistuttava siitä, että kaikista aineiston sisältämistä tiedoista on käytössä oikea versio.

Lähdeaineistoa läpi käydessä on tarpeen aloittaa urakkarajaliitteestä ja urakkaohjelmasta, että saadaan käsitys siitä, mitä urakkaan kuuluu. Rajaavien asiakirjojen läpikäynnin jälkeen laskijalla on käsitys, mitä määrätietoja pitää toimittaa kyseessä olevalle tilaajalle.

### 2.2.3 Laskenta

Laskentaan lähdettäessä on hyvä tehdä työnjako, jossa nimitetään projektille ns. kokenut laskija, joka pitää koko laskentaprojektin ajan tasalla, mitä on laskettu ja mitkä kokonaisuudet ovat valmiit tai kokonaan tekemättä. Laskentaprosessiin osallistuvat muut laskijat laskevat kokeneen laskijan osoittamia kokonaisuuksia.

Jokaisella laskijalla on velvollisuus tarkastaa, että tietomalli vastaa paperilla olevia suunnitelmia. Yleensä urakkaan kuuluvissa asiakirjoissa on määritetty suunnitelmien hierarkia eli pätevyysjärjestys, mikä määrittää, minkä suunnitelman mukaan mennään, jos selviää ristiriitoja eri suunnitelmien välillä. Suunnitelmien pätevyysjärjestyksessä normaalisti paperikuvat ovat tietomallia korkeammalla. Tällöin on varmistettava paperikuvista tietomallin esittämät rakenteet, ettei niissä esiinny ristiriitoja.

Kohteen yleiskatsauksen jälkeen on valittava laskentatavat, jossa päätetään, mitä ja miten määriä tullaan tuomaan tietomallista määrälaskentaohjelmaan. (ks. tietomallista tiedoston tuominen).

### 2.2.4 Laadunvarmistus

Määrälaskennan aikaisia laadunvarmistustapoja on monia, kuten yhden kokonaisuuden laskettua verrataan saatuja tuloksia toiseen tulokseen, jonka pitäisi olla suurin piirtein olla samaa kokoluokkaa. Esimerkiksi lattian pinnat laskettua verrataan saatua arvoa kattopintoihin. Näin saadaan varmistettua, ettei laskennan ulkopuolelle ole huomamatta jäänyt tiloja.

Laskennan lopuksi kokenut laskija tarkistaa tietomallista tuodut tiedot, nimikkeistöt, rakennusselostuksen, tilaselosteen, kaluste-eritelvät ja muut suunnitelmat, jotta varmistutaan, että kaikki on laskettu. Hyvä tapa laskennan aikana on ylivivata tai muuten merkitä, että on laskenut kyseisen kohdan suunnitelmasta. Tällöin saadaan nopeutettua lopussa suoritettavan tarkistuksen läpikäyntiä.

Yhtenä osana laadunvarmistukseen kuuluu paperikuvien vertailu tietomallin esittämiin rakenteisiin. Suunnitelmien pätevyysjärjestys määrää, minkä suunnitelman mukaan lasketaan määrät, jos ristiriitaisuuksia ilmenee.

### 2.1.5 Määrien toimittaminen

Määräluettelo toimitetaan tilaajalle sen edellyttämällä tavalla jäsenneilynä ja oikeassa tiedostomuodossa, yleensä Excel-tiedostoina ja määräselosteena. Määräseloste sisältää kohteen perustiedot, jossa laskija voi arvioida suunnitelmien riskikohdat, ristiriidat suunnitelmien välillä ja suoritteiden muistiot. Määräluettelo toimitetaan tilaajan vaatimalla litterointijärjestelmällä.

## 3 Tietomallinnus

### 3.1 Tietomalli

Mallinnusohjelmien käyttäminen ja oikealla tavalla hyödyntäminen helpottaa rakennushankkeiden suunnittelua ja toteutusta, mutta tuo myös suuria haasteita mm. tiedonsiirrolle eri käyttötarkoitusten ja sovellusten välillä. IFC helpottaa yleisesti tiedonsiirtoa määrittelemällä vakiorakennusosien geometria- ja metatietoja. (Penttilä, 2009)

Arkkitehtisuunnittelun digitalisoituminen alkoi 1960-luvulta ja yleistyi suunnittelupiireissä 1970- ja 1980- lukujen vaihteessa, kun tietokoneavusteinen suunnittelu tuli mahdolliseksi tietokoneiden yleistyessä. Tästä syntyi CAD-suunnittelun aikakausi, joka vaikuttaa vieläkin vanhemman sukupolven suunnittelussa. Nykypäivänä suunni-

tellaan suurin osa rakennushankkeista CAD:llä 2D-suunnitelmiksi, koska tietomallinnus ei voi vielä tarjota kokonaisvaltaista suunnitelma- ja läpi hankkeiden. (Penttilä, 2009)

Määrälaskennassa on reagoitu tietomallisuunnitelmien yleistymiseen ja haettu hyödyntämistapoja ohjelmistoihin. FMC-laskentapalvelut Oy käyttää TCM Pro -ohjelmaa määrälaskennassa ns. perustyökaluna, ja sen rinnalla tuodaan tietomallisuunnitelmia hyödyntävä ohjelma Easy BIM. Tietomallista voidaan tuoda helposti Easy BIMiä hyväksi käyttäen määrätietoa TCM Pro:lla, jossa määrätieto käsitellään ja jäsennellään tilaajan tarpeiden mukaan.

Tietomallinnus tulee yleistymään nopeasti, kun sen hyödyistä ja mahdollisuuksista saadaan tietoa jaettua myös vanhemmalle suunnittelijakunnalle.

*Kotkalainen suunnitteluohjelmistotalo Kydata Oy teetti tammikuussa kyselytutkimuksen, jolla selvitettiin tietomallinnuksen osuutta suunnittelutoimistojen työssä. TNS Gallup Oy teki tutkimuksen puhelinhaastatteluna. Tutkimukseen saatiin 200 sähkö- ja automaatio-suunnittelutoimistoa, joista 145 tekee rakennus-sähkösuunnittelua. Lvi-suunnittelutoimistoja oli mukana 97 ja rakennesuunnittelutoimistoja sata. Kyselyn mukaan 34 prosenttia kaikista vastanneista on tehnyt tietomallisuunnittelua. Rakennesuunnittelijoista 33 prosenttia on tehnyt tietomallisuunnitelmia.*

*Kolmannes kaikista suunnittelutoimistoista on saanut tarjouspyyntöjä, joissa vaaditaan tietomallinnusta. Hieman yllättäen joka kymmenes Kydatan kyselyyn vastanneista sanoo, ettei ole kuullutkaan tietomallisuunnittelusta. (Ahti-Virtanen 2014)*

Kyselyssä käy hyvin ilmi, missä vaiheessa tietomallisuunnittelun yleistymisen on Suomessa. Tietomallinnuksen hyödyt tulevat paremmin ilmi, kun saadaan hankkeen kaikki osapuolet suunnittelijoista urakoitsijoihin hyödyntämään tietomallisuunnitelmia.

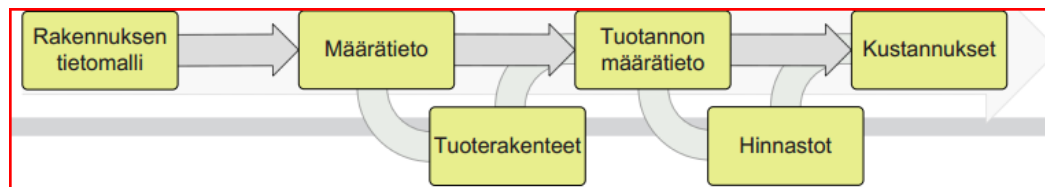
### 3.2 Tietomallinnuksen hyödyt ja hyödyntäminen

Tietomallintamisen tuomia hyötyjä voidaan käyttää hyväksi hankkeen kaikissa vaiheissa hankkeeseen osallistuvien osapuolten välillä. Tilaajan kannalta tietomalli tuo

huomattavasti havainnollisemman kuvan rakennuksesta, jolloin tilaaja voi tuoda esille omat ehdotukset tilaratkaisuvaihtoehdoiksi.

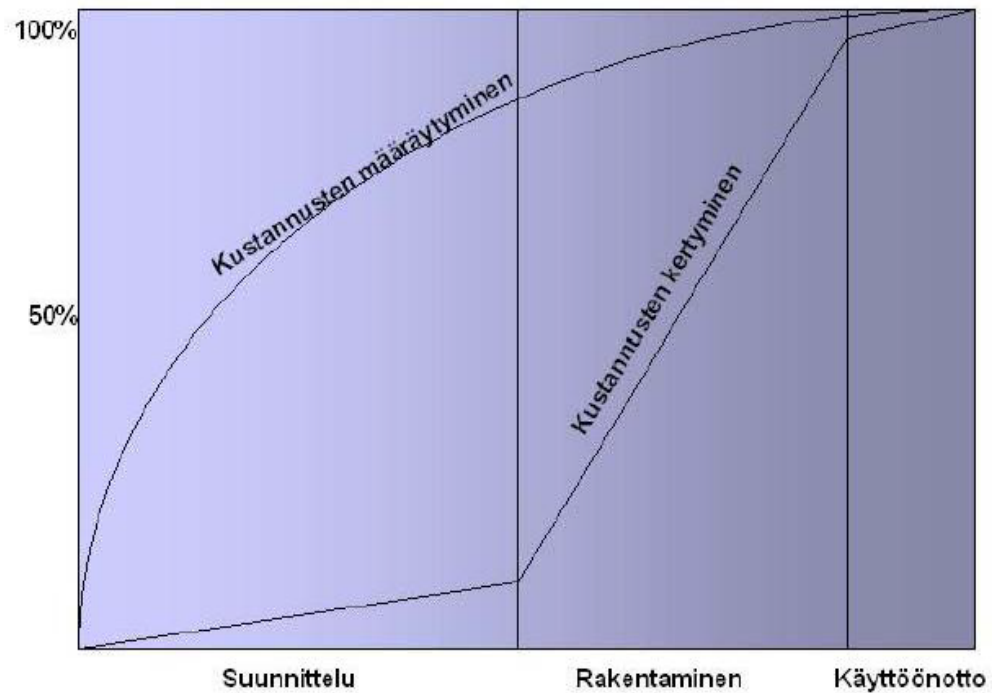
Tietomallipohjaisella määrätiedonhallinnalla tarkoitetaan, että määrätietoja toimitetaan ja päivitetään hankkeen edetessä ja määrälaskennan palveluntarjoaja olisi koko hankkeen ajan mukana hallitsemassa määrätietoja. Yleisellä menettelytavalla määräluetteleo tehtäisiin hankkeen tarjousvaiheessa ja lisäkirjein päivitettäisiin määräluetteleo suunnitelmien muuttuessa ja tarkentuessa. Tietomallista saatavat hyödyt saataisiin tällä tavoin hyödynnettyä määrälaskennan kannalta hyvin.

Tietomallipohjaisen kustannustenhallinnan periaatteessa (ks. kuvio 2) käy ilmi, miten rakennuksen tietomalli palvelee kustannustehokasta rakentamista. Rakennuksen tietomalli palvelee koko hankkeen ajan eri osapuolia tuoden kohteen visualisointiin yksinkertaistuksia, mikä helpottaa kohteen ratkaisujen tekemistä kerralla oikeiksi. Määrätiedon kannalta tietomallista voidaan saada yksinkertaisien rakenteiden määrätietoja suoraan mallista tai tuoden määrälaskelmaohjelmia hyödyntäen (ks. luku 4). Rakennuksesta tehdystä yksityiskohtaisesta määräluettelosta voi oikeaoppisella hyödyntämistavalla saada tarvittavaa määrätietoa hankkeen suunnitteluvaiheesta tuotantovaiheeseen.



Kuvio 2. Kustannusten muodostuminen tietomallista. (alkup. kuvio ks. Vakkilainen, 2009)

Kustannustehokkaaseen rakentamiseen voidaan vaikuttaa tehokkaimmin rakennushankkeen alkuvaiheessa, jossa tehdään suunnitelmat tulevaa rakennusta varten. Kustannukset määräytyvät juuri suunnitteluvaiheessa (ks. kuvio3), jolloin on suurin mahdollisuus vaikuttaa kustannusten määräytymiseen.



Kuvio 3. Rakennuskustannusten määräytyminen (alkup. kuvio ks. Romo & Varis 2004)

Rakennuksen tietomallintamisesta hyötyvät hankkeen kaikki osapuolet (ks. kuvio 4) jollain tasolla. Osaa tietomallin tuomista hyödyistä ei saada maksimaalisesti käyttöön, koska tietomallisuunnitelmalta ei vaadita samaa tarkkuutta kuin paperisuunnitelmilta, jotka ovat ristiriitatilanteissa määräävät suunnitelmat. Jotta tietomallintamista voitaisiin hyödyntää maksimaalisesti, on sopimusehtojen muututtava niin, että tietomallisuunnitelmilta vaaditaan samaa tarkkuustasoa kuin paperisuunnitelmilta. Suunnitelmien pätevyysjärjestys on kerrottu kohteen urakkaohjelman kohdassa urakkasopimusasiakirjat ja niiden pätevyysjärjestys.



Kuvio 4. Rakennuksen tietomallista hyötyvät osapuolet (alkup. kuvio ks. Vakkilainen, 2009)

### 3.3 Määrälaskennan vaatimukset

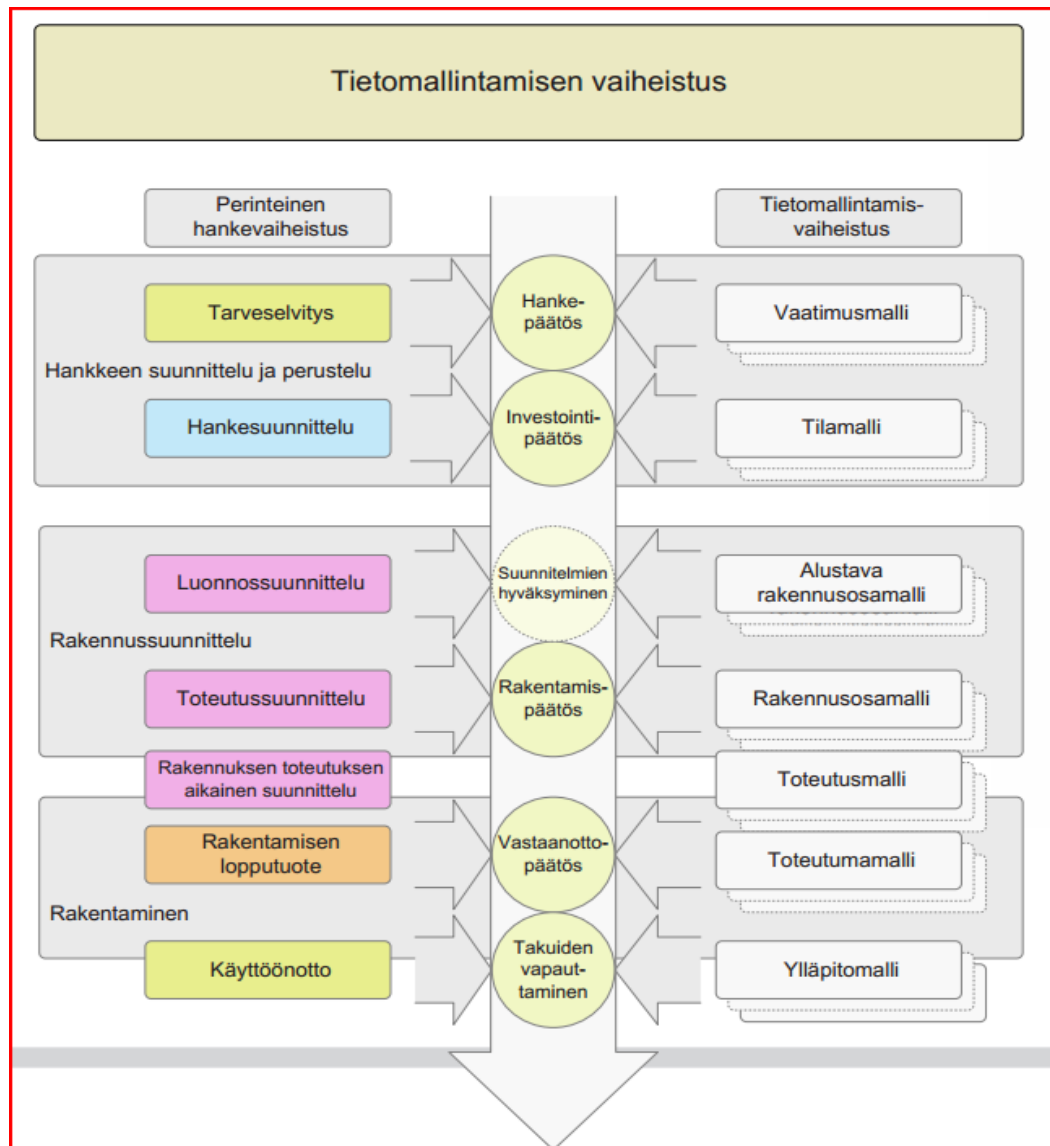
Määrälaskennan näkökulmasta tietomallisuunnitelmissa tärkein ominaisuus on johdonmukaisuus, koska kaikki rakennus- ja talotekniikkaosat mallinnetaan projektikohtaisten vaatimusten mukaan ja käytetty mallinnustapa dokumentoidaan tietomalliselostukseen. Hankaluuksia tuottavat määrälaskennan kannalta tilanteet, joissa suunnitteluratkaisua ei ole mallinnettu vaatimusten mukaan tai/ja se on mallinnettu eri tavalla saman mallin eri osissa. Mallissa voi olla osia, jotka on mallinnettu kahdessa paikkaa, mutta eri tarkkuustasoisille, esimerkiksi kun rakenneratkaisua ”kokeillaan” ensin tietyssä osassa rakennusta, tai mallissa on ainoastaan tyyppirakenteet mallinnettu yksityiskohtaiselle tasolle muiden rakenteiden sisältäessä ainoastaan rakenteen geometriatiedot. (Tauriainen 2012.)

## 4. Rakennuksen tietomallin vaiheistus

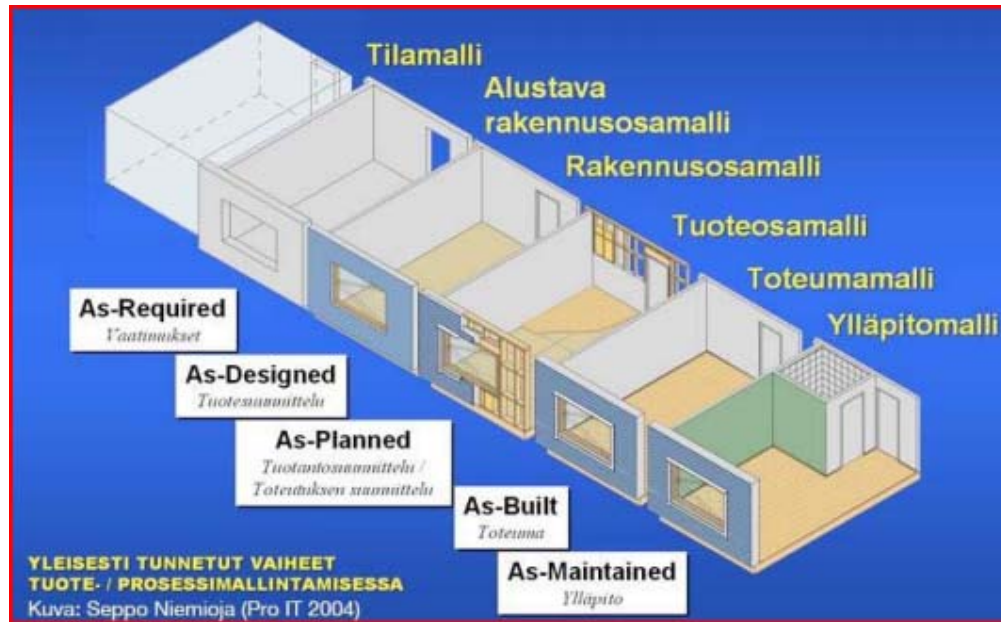
Tietomalliperusteisen suunnittelun vaiheistuksen termit määriteltiin PRO IT - projektissa vuonna 2004. Määrätietoja voidaan laskea mallinvaiheista riippumatta, mutta määrien paikkansapitävyys hankkeen toteutuksen jälkeen voi vaihdella suuresti, jos määrät on tuotettu hankkeen alkuvaiheissa. Hankkeen eteneminen tietomallinnuspohjaisessa suunnittelussa etenee hieman eri tavalla kuin tavallisen hankkeen läpivienissä. Tietomallintaminen ei etene perinteisen mallinnusprosessin mukaan vaan tietoa kertyy malliin, tiloihin sekä rakennus- ja tuoteosiin hankkeen tarpeiden mukaan. (Penttilä, Nissilä & Niemioja 2006.)

Tietomallin vaiheistus (ks. kuvio 5) tuo tietomallipohjaisen määrätiedon hallintaan haasteita, jotta voidaan tuottaa ensimmäisellä laskennalla relevanttia tietoa. Määrätietoa voidaan tuottaa suunnitteluvaiheessa olevaan hankkeeseen, mutta silloin hankkeen etenemisen mukana tuomat muutokset suunnitelmiin vaativat osittain tai kokonaan uudelleen laskemista ja määräluettelon päivittämistä.





Kuvio 5. Tietomallintamisvaiheistus verrattuna perinteiseen hankkeen vaiheistukseen (alkup. kuvio ks. Vakkilainen, 2009)

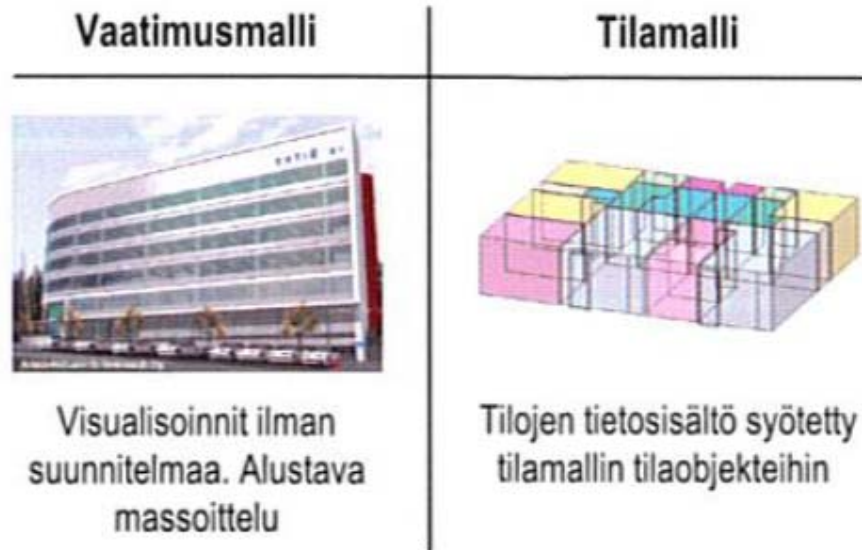


Kuvio 6. Yleisesti tunnetut mallinnuksen vaiheet (alkup. kuvio ks. Niemioja, 2006)

Arkkitehti tekee tietomallintamisen ensimmäisessä vaiheessa vaatimusmallin, joka perinteisessä hankevaiheistuksessa on verrattavissa tarveselvitykseen (ks. kuvio 5). Vaatimusmalli on esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmassa tai muuten digitaalisessa muodossa oleva kuvaus asiakkaiden tarpeista, viranomaisvaatimuksista sekä olosuhteiden asettamista reunaehdoista. Hankkeen etenemiseen verraten vaatimusmallin pohjalta voidaan tehdä hankepäättös. Vaatimusmallia voidaan luonnehtia alustavaksi luonnokseksi tilamallista (ks. kuvio 7). (PRO IT 2004.)

Tilamallia voidaan verrata perinteisen hankkeen hankesuunnitteluvaiheeseen, jossa selvitetään ja suunnitellaan tilaajan tarpeiden mukaiset tilaratkaisut (ks. kuvio 5). Tilamallinnuksen aikaiset suunnitelmat viedään seuraavaan tietomallintamisen vaiheeseen, jossa tarkennetaan tilojen sijoittelua niiden toimivuutta tilaajan toiveiden mukaan. (PRO IT 2004)

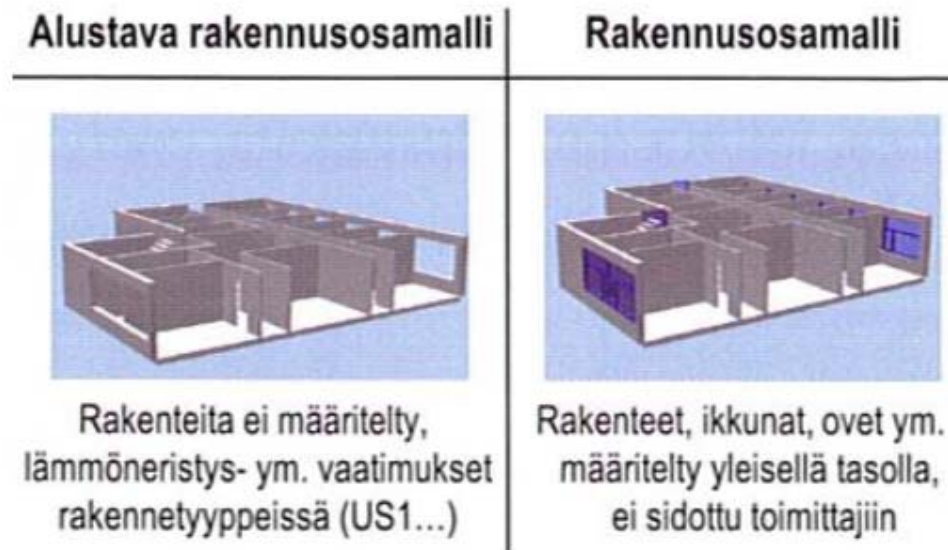
Määrälaskennan kannalta kyseisessä suunnitteluvaiheessa ei saada vielä kovinkaan tarkkoja määriä, koska suunnitelmat ovat vielä melko karkeita ja koska suurella todennäköisyydellä muutoksia vielä tulee.



Kuvio 7. Mallin vaiheistuksen eteneminen (alkup. kuvio ks. Laine 2008)

Alustava rakennusosamalli (ks. kuvio 8), jota voidaan verrata perinteisen hankkeen luonnossuunnitteluun (ks. kuvio 5), joka sisältää tiloja rajaavat rakennusosat ja vastaa nykyisen suunnittelukäytännön mukaisia luonnoksia. Tässä vaiheessa määritetään rakennusosille vaatimukset, kuten paloluokka ja lämmönjohtavuus, mutta rakenneratkaisuja ei ole vielä valittu ja esitystapa on yleinen. (PRO IT 2004.)

Rakennusosamalli (ks. kuvio 8), jota voidaan verrata perinteisen hankkeen toteutus-suunnitteluun. Tässä vaiheessa rakennusosat määritetään rakenteille asetettujen vaatimustasojen mukaisiksi, mutta toimittajaa ja yksityiskohtaisia rakenneratkaisuja ei ole suunniteltu. Alustavina rakennevaihtoehtoina voidaan käyttää tuotekirjaston tarjoamia valmiita rakenteita. (PRO IT 2004.)

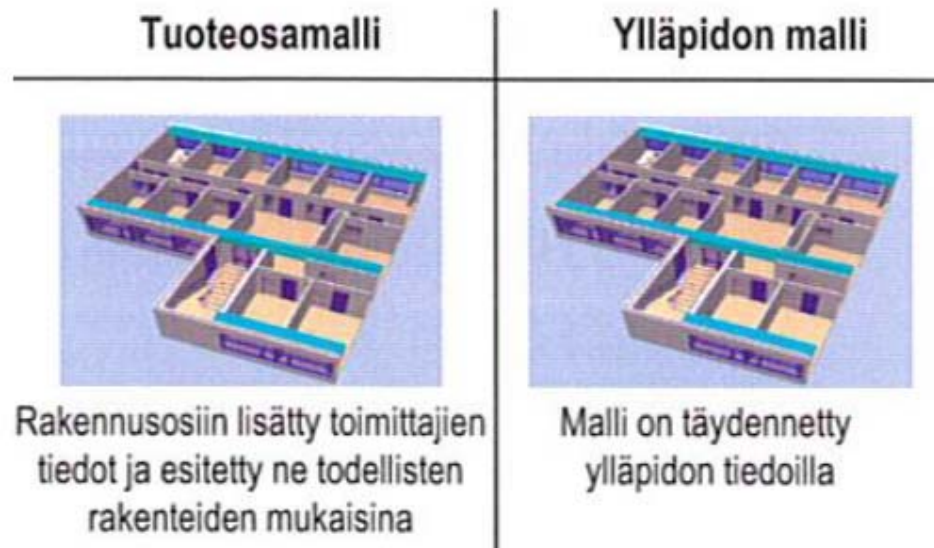


Kuvio 8. Mallin vaiheistuksen eteneminen (alkup. kuvio ks. Laine 2008)

Tuoteosamalli (ks. kuvio 9), jossa on esitetty tuotetoimittajien todellisia rakenteita vastaavia tuoteosia tuotetietoineen. Tuoteosamalli on suunnittelijoiden päivittämä rakennusosamalli, jossa kaikkiin rakennusosiin, kalusteisiin, varusteisiin ja laitteisiin on lisätty toimittajakohtaiset tiedot ja tuoteosa on esitetty todellisen rakenteen mukaisena. Tuoteosina voidaan käyttää toimittajien digitaalisia tuoteosia, mikäli ne täyttävät tietovaatimukset. (Laine 2008)

Määrälaskennan kannalta tässä hankkeen vaiheessa tehdään yleensä määräluettelot, koska tuoteosat ja rakenteet ovat toteutusvaiheessa ja niiden paikkaansa pitävyys hankkeen loppuun asti on todennäköistä. Tällöin saadaan määräluettelon tilaajalle tarkka ja kattava määräluettelo.

Toteutusmalli (ks. kuvio 5), jota voidaan verrata perinteisen hankkeen toteutuksen aikaiseen suunnitteluun. Toteutusmalli voi sisältää tuoteosamallin lisäksi toteutuksen aikaisia tietoja, kuten aikatauluja ja tehtäväsuunnitelmia. Määrälaskennassa lisäsuunnitelmat tarkoittavat lisäkirjeitä, jotka joko lisäävät kokonaan uuden rakenteen sekä/tai muuttavat vanhaa rakennetta. Tällöin kohteen määräluettelo on tarkastettava uudelleen ja siihen on tehtävä lisäkirjeen tuomat muutokset ja lähetettävä korjattu määräluettelo tilaajalle. (Laine 2008.)



Kuvio 9. Mallin vaiheistuksen eteneminen (alkup. kuvio ks. Laine 2008.)

## 5. Laskentaohjeen päivittäminen tietomallipohjaiseen laskentaan

### 5.1 Yleistä

Määrälaskentaa voidaan suorittaa hankkeen monissa eri vaiheissa, jos tilaaja niin haluaa. Tietomallipohjaisessa suunnittelussa rakennusosia suunnitellaan hankkeen edetessä tarkemmaksi ja kohteen ominaispiirteitä huomioiden. Tietomallipohjaisessa määrätiedonhallinnassa voidaan lisätä tai muuttaa hankkeen edetessä rakennusosia ja päivittää määräluettelo muutoksien tullessa suunnitelmiin.

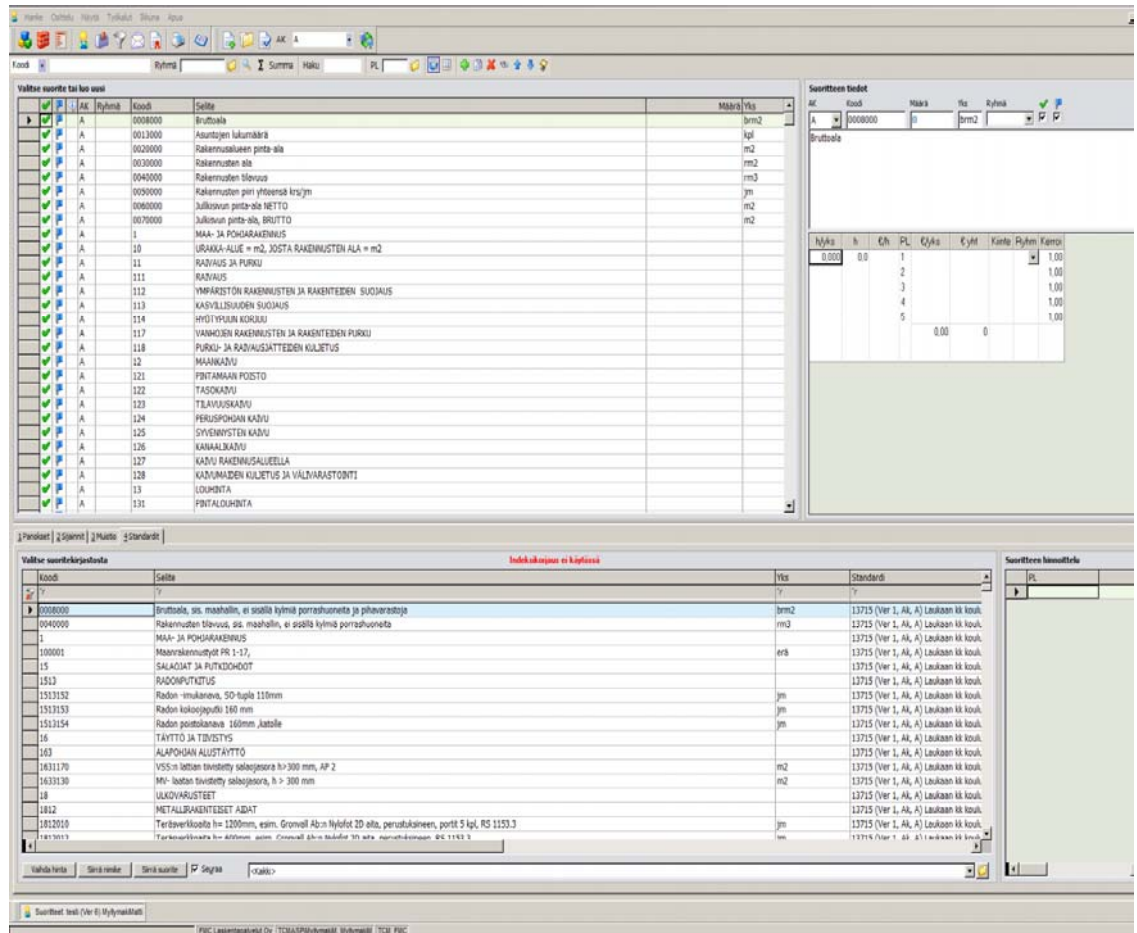
Tietomallipohjaisessa määrätiedonhallinnassa voi käyttää monia eri ohjelmia, mutta tässä työssä avataan TCM Pron ja Easy BIM:n hyödyntämistä määrälaskennassa.

Määrälaskentaohjelmassa TCM Prolla on kaksi puolta: suoritepuoli, jossa ovat kaikki suoritukset kohteesta, ja rakennepuoli, jossa on rakennusosia, joille on määritetty suorit-

teet. Rakennepuolella suoritettavat laskennat voivat nopeuttaa laskentaa tietyissä tapauksissa, mutta osa rakenneosista voi tuottaa päänvaivaa ja on helpompi laskea suoraan suoritepuolella suoritteille.

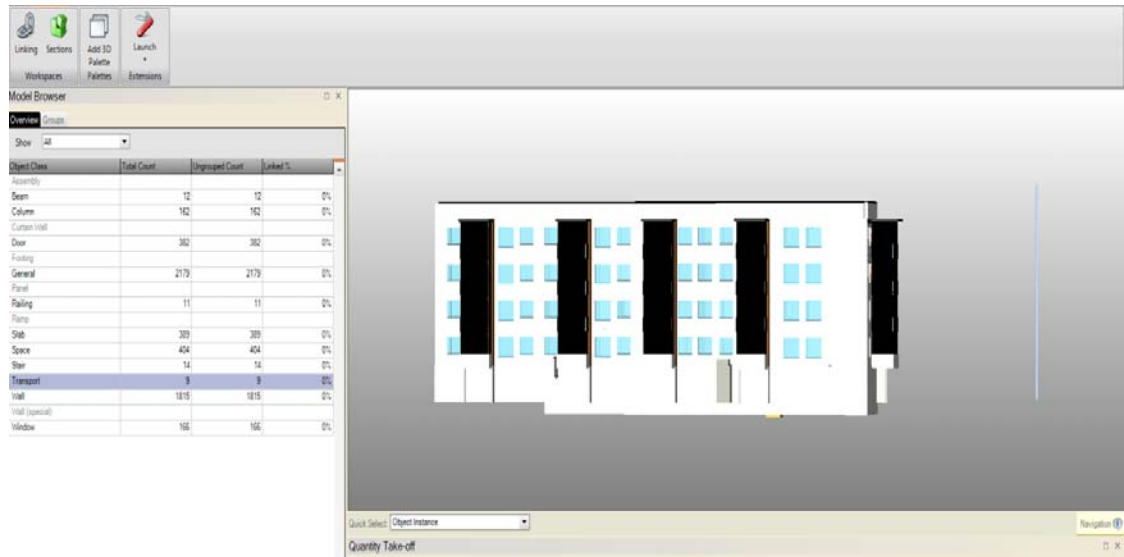
## 5.2 Tietomallipohjainen laskenta

Laskentaan ryhdyttäessä kohteen suunnitelmat ja IFC-tiedostot on haettava projektipankista. Hyväksi havaittu käytäntö on tilata suunnitelmat paperiversioina kopiolaiksesta, mikä helpottaa merkkausta suunnitelmiin mitä on laskettu ja mitä on laske-matta. TCM Prolle perustetaan kohde (ks. kuvio 10), johon lisätään päänimikkeistö-ryhmät. Talo 80- nimikkeistö on yleisin litterointijärjestelmä, jolla määräluetteloita tehdään, joten tässä työssä käytän kyseistä nimikkeistöä. Viitehankkeelta voi tuoda suoritteita vanhasta kohteesta, mikä sivuaa laskennassa olevaa kohdetta. Suoritteita tuotaessa vanhasta kohteesta voi vaikuttaa, tuoko vanhan kohteen määrät mukana tuo-maan ns. suuntaa minkä verran määriä on saatu edellisestä kohteesta. Jotta vanhan kohteen laskettuja määriä kannattaisi tuoda antamaan suuntaa, olisi kohteiden oltava suurin piirtein samankaltaisia.



Kuvio 10. TCM Pron näkymä kohteen perustettua (TCM Pro)

Easy BIMin tuodaan IFC -tiedosto projektipankista, joita voivat olla esimerkiksi ARK ja RAK suunnitelmat (ks. kuvio 11). Näiden kahden ohjelman välille luodaan linkki, jotta voidaan siirtää määrätietoja tietomallista TCM Prolle. Määritetään laskentaryhmän kanssa, mitä tuodaan tietomallista ja miten. Tietomallista voi tuoda esimerkiksi rakenneosia määräluetteloon. Tietomallisuunnitelmista ei kuitenkaan saa kaikkea tarvittavaa määrätietoa, kuten maanmuokkauksen tai kalusteiden määriä. Paperisuunnitelmat täydentävät niiltä osin, mitä tietomallista ei saada selville.



Kuvio 11. Easy BIMin näkymä, kun kohde on perustettu (Easy BIM).

TCM Prolle määritetään rakenne kyseiselle rakennusosalle, joka tuodaan Easy BIMista (ks. kuvio 12). Rakennusosat näkyvät (ks. kuvio 11) model browser -sarakeissa, jossa on karkeasti ryhmitelty rakenneosat. Rakenneosista valitaan yksi pääryhmä ja ryhmitellään ne tarkempiin kategorioihin, joita voivat olla esimerkiksi materiaali, dimensio ja nimi. Ryhmittelyssä on tarkoituksena saada mahdollisimman helposti ja yksiselitteisesti linkitettävät ryhmät, jotta kyseiselle ryhmälle voi tehdä rakenteen määrälaskentaohjelmaan. Näkymää 3D -mallissa voi muuttaa siten, että mallista erottaa ja paikallistaa kyseisen rakenneosan tai sen ryhmän (ks. kuvio 14).

Periaatteellisella tasolla rakennepuolella määritetään yhdelle rakenteelle kaikki suoritukset, mitä kyseinen rakenne sisältää. Esimerkiksi paikalla valetulle peruspilarille lisätään rakennepuolella suoritukset betonointi-, raudoitus- ja muottityö sekä muottien purku (ks. kuvio 13). Laskentaa voi helpottaa tekemällä suoritteille kaavoja, jotka muuttavat esimerkiksi kuvion 12 mukaan kappalemäärästä suoritteen vaatimaan yksikköön.

Koodi	Selite	Yks	Määrä	Menekki	Kaava
2222319	Perusplareiden ja -plastereiden betonointi, C30/37-2	m3	11,8	0,589	$x*B*L*H$
2221111	Raudoitus, A 500 HW, perusmuurit, -pilart ja -palkit	kg	1 896,0	94,800	
2210152	Perusplareiden ja -plastereiden muottityö + muottien purku ja puhdistus	m2	117,8	5,888	$x*(2*B+2*L)*H$

Kuvio 12. TCM Pro:n kaavoilla muutettu suoriterivit (TCM Pro)

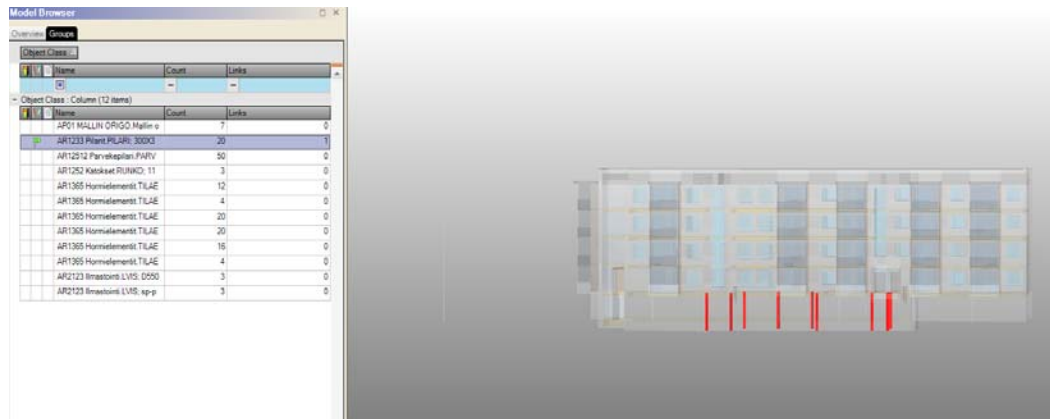


The screenshot shows the TCM Pro software interface. The main window displays a table of building structure elements. The table has columns for 'Koodi' (Code), 'Selite' (Description), 'Yks' (Unit), 'Määrä' (Quantity), 'Merekki/Kaava' (Brand/Formula), and 'Laskentatapa' (Calculation Method). The selected element is 'Peruslaipen' with code 'PP201' and a description 'Peruslaipen, suorakaide, paikalla valettava, h=3680mm'. Below this, a detailed table shows the material quantities and calculation formulas for the selected element.

Koodi	Selite	Yks	Määrä	Merekki/Kaava	Laskentatapa
2222319	Peruslaipen ja -plasteren betonoiti, C30/37-2	m3	0,589	$a \cdot b \cdot l \cdot H$	$f_b$
2221111	Rauditus, A 500 HW, perusmuuri, -plakt ja -palkit	kg	94,800		$f_b$
2210152	Peruslaipen ja -plasteren muuttotyö + muuttien purku ja puhdistus	m2	5,888	$a \cdot (2 \cdot b + 2 \cdot l) \cdot H$	$f_b$

Kuvio 13. Rakenteen teko TCM Prollen ennen linkitystä (TCM Pro).

TCM Prolla luotu rakenne linkitetään Easy BIMiin, josta tuodaan kyseisen rakenteen määrät siinä muodossa, joka palvelee kyseistä rakennusosaa (ks.kuvio 13). Easy BIMissa ryhmitellään rakenteet tyyppin, nimen ja ominaisuuksien mukaan. Kyseisen rakenteen linkityksen jälkeen merkitään tietomalliin esimerkiksi lipulla (ks. kuvio 14), että rakenne on laskettu. Linkityksen jälkeen on tarkistettava määrälaskentaohjelmasta, että kaikki määrät ovat tulleet oikeassa muodossa ja tarvittaessa muokattava suoritteiden kaavoja tai yksiköitä. Samalla kaavalla toteutetaan loput rakennusosat kyseisestä tietomallista, kunnes kaikki ennalta sovitut rakenteet on linkitetty tietomallista määrälaskentaohjelmaan.



Kuvio 14. Rakenteen yksilöinti rakennuksesta ja merkkkaus (Easy BIM).

## 5. IFC

### 5.1 IFC-tiedonsiirtostandardi

IFC -standardi (Industry Foundation Classes) on kansainvälinen tiedonsiirtostandardi rakentamisen ja kiinteistöpidon eri tietojärjestelmien välillä. IFC:n pääperiaate on mahdollistaa rakennushankkeen aikana kolmiulotteisten suunnitelmien tiedonsiirto ohjelmariippumattomasti. IFC:n kehittämisen tavoite liittyy ”interoperability”-käsitteeseen, joka tarkoittaa, että tiedostoja on kyettävä tallentamaan ja siirtämään ohjelmien välillä ohjelmariippumattomasti. Jotta IFC:tä voidaan hyödyntää laajemmin, täytyy tietokonesovellusten tukea standardin vaatimia tiedonsiirron rajapintoja. (Laine 2008.)

IFC -tiedonsiirtostandardin määrittämisessä on käytetty ISO -standardin menetelmiä (ISO 16739:2013). IFC:n on kehittänyt Building Smart, entinen IAI (international Alliance for Interoperability).

IFC-standardi ei vielä vastaa kaikkiin rakennushankkeen tiedonsiirtotarpeisiin, koska siitä ei esimerkiksi voi tuoda piirustusmuotoisia tietoja, sillä standardi on kehitetty pelkästään palvelemaan tuotetietomuotoisia tiedonsiirtoja.

## 5.2 Tiedonsiirron periaate

Ennen IFC-tiedonsiirtomuodon käyttöönottoa tiedonsiirto oli paljon mutkikkaampaa ja epävarmempaa, koska oli selvitettävä eri osapuolien käyttämät ohjelmistot ja piirustusmuodot. Mahdotonta tiedonsiirto osapuolten välillä, jotka käyttävät eri ohjelmia ei ole joskin riskialtista. Tuolloin tiedonsiirrossa saattaa hävitä oleellisia tietoja tai ne voivat vioittua ja muuttua. Ennen hankkeeseen ryhtymistä kannattaa testata osapuolten välistä tiedonsiirtoa eri ohjelmien välillä ohjelmistotoimittajien kanssa, jotta saa varmistuksen virheettömästä tiedonsiirrosta. Osapuolet, jotka käyttävät samoja tietokoneohjelmistoja mahdollistavat oman tallennusmuodon käytön, mikä takaa mutkattoman ja tarkan tiedonsiirron. Ohjelmien omia tallennusmuotoja ovat esimerkiksi:

- AutoCADin DWG- ja DXF-tallennusmuodot
- ArchiCADin PLN- ja PLA-tallennusmuodot

(Penttilä, Nissinen, & Niemioja 2006)

IFC-tiedonsiirto mahdollistaa sovellusohjelmista riippumattoman tuotemallimuotoisen tiedonsiirron. Pääperiaate IFC-tiedonsiirrolle on, että tietomallinnusohjelma käsittelee ohjelman omasta tiedontallennusmuodosta IFC-muotoon, ja taas vastaanottava sovellus käsittelee IFC-muodosta oman sovelluksen käyttämään muotoon. (Penttilä, Nissinen, & Niemioja 2006.)

Standardisoidun tiedonsiirron tavoitteena on sopia yhtenäiset tiedonsiirtotavat ja sitä vastaava tiedonsiirron formaatit, jotka mahdollistavat eri osapuolien ja toimijoiden yhteistyötä yhteensopivan sovelluksen kehittämistyössä. (Penttilä, Nissinen, & Niemioja 2006.)

## Pohdinta

Työtä aloittaessa minulla oli määrälaskennasta perusteet hallussa ja olin vasta tutustumassa tietomallipohjaiseen määrälaskentaan. Tietoa oli melko paljon tarjolla tietomalleista, mutta ei tietomallipohjaiseen määrälaskentaan, joten osa tekstistä on oman kokemuksen pohjalta pääteltyjä lausuntoja. Tietomallisuunnittelun saralla tapahtuu pal-

jon muutoksia ja uusia määräyksiä tulee, koska vielä puhutaan lapsen kengissä olevasta suunnittelumuodosta. Materiaalia tutkiessaan täytyy olla melko kriittinen ja hyvin kartalla, että onko tämä tieto vielä relevanttia vai onko tullut uusia ohjeistuksia, joka kumoaisi sen.

Opinnäytetyön tuloksina määrälaskennan kannalta olisi tärkeää, että urakkasopimusehtoihin tulisi suunnitelmien pätevyysjärjestykseen muutos, joka toisi tarkkuusvaatimuksia tietomallipohjaiseen suunnitteluun. Tämä edesauttaisi, että voitaisiin saada maksimaalinen hyöty määrälaskennan näkökulmasta, kun käytetään tietomallipohjaisia suunnitelmia. Työtä tehdessäni minulle selvisi miten paljon potentiaalia tietomallisuunnitelmilla läpi viedyissä hankkeissa on vielä käyttämättä ja mitä mahdollisuuksia tulevaisuudessa on kehittää, jotta saataisiin valjastettua kaikki hyödyt hankkeen kaikille osapuolille.

Aloittavana määrälaskijana tämä työ edesauttoi oman ammattitaidon kannalta mitä ja miten suunnitelmia tehdään ja miten niitä vaiheistetaan hankkeen eri vaiheissa. Työni jälkeen jäi vielä paljon tutkimuksen aiheita tuleviin opinnäytetöihin, kuten eri tietomallisuunnitelmia käyttävät määrälaskentaohjelmat, mitä hyötyjä ja eroavaisuuksia ohjelmat tarjoavat verrattaessa niitä toisiinsa. Tutkittavaa jäi vielä sopimusehtoihin ja niiden sisältöön selvitettäväksi, mitä muutoksia vaatii, että saataisiin toimivat ja tarkat tietomallisuunnitelmat.

Omasta mielestäni sain tavoitteisiin verraten selvitettyä tietomallipohjaisen määrälaskennan perusteita ja niiden eri vaiheistuksen vaiheita, miten vaikuttaa laskentaan ja määrätiedonhallintaan. Hyötyjä tietomallisuunnitelmista määrälaskentaan on suunnattomasti tulevaisuudessa, koska vielä tarkkuus tietomallisuunnitelmissa on vajavaista ja tietomallisuunnittelu on vasta tulossa tunnetuksi suurelle yleisölle. Työssäni kävin pintapuolisesti määrälaskennan perusteita esimerkkilaskuja käyttäen ja havainnollistaen miten tietomallisuunnitelmista tuodaan määrätietoja ohjelmien välillä.

## Lähteet

Ahti-Virtanen, J, 2014. Lvi – suunnittelijat ahkerampia tietomallinnuksen käyttäjiä, Rakennuslehti 7.2.2014

Karstila, K. N.d. PRO IT. Rakennusten tuotemallintamisen sanasto. Viitattu 28.4.2014.

[http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_sanasto\\_v10.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_sanasto_v10.pdf)

Kulusjärvi, H. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset, osa 6, Laadunvarmistus. Viitattu 10.4.2014. [http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_6\\_laadunvarmistus.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf)

Laine, T. 2008. Pro IT: Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa, Rakennusteollisuus RT ry, Tammer- Paino Oy.

Penttilä, H, 2009. Mikä tekee suunnitteluprojektista BIM-projektin? Viitattu 12.5.2014

[http://www.mittaviiva.fi/hannu/BIM\\_project/index\\_bim\\_basics.html](http://www.mittaviiva.fi/hannu/BIM_project/index_bim_basics.html)

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa yleiset periaatteet. Helsinki: Rakennustieto.

PRO IT. 2004. Tuotemallitieto rakennusprosessissa, PRO IT NEWS. Viitattu 28.4.2014.

[URL:http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/tiedotteita/proit\\_news\\_maaliskuu2004.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/tiedotteita/proit_news_maaliskuu2004.pdf)

Romo, I., Varis M. 2004. PRO IT : Tuotemallinnus rakennesuunnittelussa. Rakennusteollisuus RT. Viitattu 20.5.2014.

[http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset\\_tulokset/proit\\_rakennesuunniteluohje\\_syyskuu2004.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_rakennesuunniteluohje_syyskuu2004.pdf)

Tauriainen M. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset, osa 7, Määrälaskenta. Viitattu 10.4.2014. [http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012\\_osa\\_7\\_maalalaskenta.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_7_maalalaskenta.pdf)

Vakkilainen, J, 2009. Rakennuksen tietomalli rakennushankkeen suunnitteluvälineenä. Luettu 28.4.2014.

[https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/229/vakkilainen\\_planssi.pdf?sequence=4](https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/229/vakkilainen_planssi.pdf?sequence=4)