

Mia Nyström

Tietomallintamisen hyödyntäminen urakointiliiketoiminnassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tekniikka

Insinööriytyö

16.4.2015

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty NCC Rakennus Oy:n toimeksiannosta. Työnohjauksesta haluan kiittää Aleksi Heiskasta NCC Rakennus OY:ltä ja Yliopettaja Päivi Jäväjää Metropolia Ammattikorkeakoulusta sekä NCC:llä haastattelemani henkilöitä. Lisäksi kiitos tukemisesta perheelleni ja ystäville, teistä sain uskoa työn valmistumiseen.

Helsingissä 16.4.2015

Mia Nyström

Tekijä[t] Otsikko Sivumäärä Aika	Mia Nyström Tietomallintamisen hyödyntäminen urakointiliiketoiminnassa 41 sivua + 2 liitettä 16.4.2015
Tutkinto	Insinööri [AMK]
Koulutusohjelma	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaaja[t]	Mallinnuksen vastaava Aleksi Heiskanen NCC Yliopettaja Päivi Jäväjä
<p>Tietomallinnuksen kehittyminen viime vuosina on ollut nopeaa. Pysyäkseen kilpailukykyisenä oli tarpeellista tutkia, miten tietomallintamista voidaan hyödyntää asuntorakentamisen urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessissa.</p> <p>Työ tavoitteena oli tutkia tietomallinnuksen hyödyntämisen mahdollisuuksia asuntorakentamisen urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessissa. Työssä tutkittiin tietomallinnuksen vaikutusta nykyiseen tarjouslaskentaprosessiin. Tavoitteena oli myös saada selville, missä prosessin osassa siitä olisi eniten hyötyä.</p> <p>Työssä selvitettiin tietomallinnuksen hyötyjä ja haasteita urakkalaskentaprosessin osana. Teoriaan perehdyttiin kirjallisuuden ja internetistä löytyvän materiaalin avulla. Nykyiseen tarjouslaskennan prosessiin tutustuttiin yrityksen toimintasuunnitelman avulla, sekä haastatteleamalla henkilöitä, jotka toimivat urakkalaskenta- ja tietomallinnustehtävissä päivittäin. Lisäksi selvitettiin urakointiliiketoiminnan tarjouslaskennan tietomallien hyödyntämisen nykytilaa.</p> <p>Työn lopputulokseksi saatiin, että tietomallin hyödyntäminen tarjouslaskentaprosessissa on vähäistä. Tällä hetkellä tietomallin hyödyntäminen on lähinnä visuaalista. Tietomallin lisähyödyntämisen koettiin olevan haasteellista, koska tietomalleja on vielä vähän saatavilla eikä näin ollen päästä niiden käyttöä kehittämään. Ongelmaksi koettiin myös, se että tietomallien taso on huono, minkä vuoksi niiden tietosisältöön ei voida täysin luottaa. Tarjouslaskentaprosessin muuttaminen ei ole vielä ajankohtaista, vaan tietomallia voidaan käyttää nykyisen prosessin apuna ja tukemaan päätöksen teossa urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessissa. Työn lopussa mietittiin, miten tietomallinnusta voidaan hyödyntää tulevaisuudessa urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessissa. Prosessikuvauksessa kuvataan, miten tietomallinnuksen käyttöönotto voitaisiin jalkauttaa myös urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessiin.</p> <p>Lopputyön tuloksena voidaan todeta, että tietomallinnuksen jalkautuminen urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaan vaatii pitkäjänteistä työtä tietomallinnuksen hyödyntämisen kehittämisessä niin, että tietomallin käytöstä tulisi rutiinia tarjouslaskentaprosessissa.</p>	
Avainsanat	Tietomalli, Urakkalaskenta, SketchUp, Solibri

Author[s] Title Number of Pages Date	Mia Nyström BIM use in Contractor Business 41 pages + 2 appendices 16- April- 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Production engineering
Instructor[s]	Aleksi Heiskanen, Responsible for modeling Päivi Jävänä, Senior Lecturer
<p>The development of BIM (Building Information Modelling) has been relatively fast during the recent years. To stay competitive, it was necessary for NCC to examine how BIM can be used in the quotation calculation process of residential construction contracting business.</p> <p>The target of this Bachelor thesis was to investigate the opportunities to utilize the building information modeling in the quotation calculation process of housing construction contracting business. The impact of BIM on the current quotation calculation process was also studied. The target was also to find out in which part of the process it would be the most useful.</p> <p>This Bachelor thesis investigates the advantages and challenges of the BIM as a part of the calculation process for turn-key projects. The theory was examined by reading the literature and material found on the Internet. The current quotation calculation process was familiarized with by leading the company's action plan, as well as interviewing the people who are involved in the turn-key project calculation process and data modeling tasks on a daily basis. The same methods were used when the current state of utilizing the BIM in quotation calculation process of the contracting business was studied.</p> <p>The end result of this study was that the utilization of the data model in quotation calculation process is low. At the moment, the data model is used visually. More extensive utilization of the data model is considered as a challenge, as the availability of the data models is limited. Lacking the data models does not enable the development of using them. The fact that the quality level of data models is poor was considered as a problem because the content of the information can't be fully trusted. Changing the quotation calculation process is not reasonable right now. However, the data model can be used in the current process to help and support the decision-making in quotation calculation process in the contracting business. As the result of this Bachelor thesis a proposal was for how BIM could be utilized in the future in quotation calculation process in the contracting business. The process chart will provide more detailed information.</p> <p>The final conclusion of this thesis is that implementing the BIM in quotation calculation process in the contract business requires long-term development in the utilization of BIM before data model will be routine in the quotation calculation process.</p>	
Keywords	BIM, Contract accounting, SketchUp, Solibri

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Taustaa	1
1.2	NCC	2
1.3	Rajaus	3
1.4	Tavoitteet	3
2	Tietomallinnus	4
2.1	Rakennuksen tietomallit	7
2.1.1	Suunnittelualojen tietomallit	8
2.1.2	VDC Virtual Design and Construction	9
2.2	Tietomallintamisen tavoitteet	9
2.3	Tietomallinnuksen laajuus	10
2.4	Tietomallinnuksen vaatimukset	11
2.4.1	Vaatimusmalli	12
2.4.2	Tilavarausmalli	13
2.4.3	Alustava rakennusosamalli	14
2.4.4	Rakennusosamalli	14
2.5	Tietomalliselostus	15
3	Urakkatarjous	16
3.1	Urakkatarjouspyyntöaineisto	17
3.2	Urakkatarjouslaskenta	19
3.2.1	Määrälaskenta	21
3.2.2	Hinnoittelu ja kustannuslaskenta	24
3.3	Urakkatarjouksen antaminen	24
4	Urakkalaskenta NCC:llä (salattava)	25
5	Urakkalaskenta tietomallia hyödyntäen tulevaisuudessa	25
6	Yhteenveto ja pohdinta	28
	Lähteet	30

Liitteet

Liite 1. NCC Tarjousprosessi yli 5 M € hankkeissa (salattava)

Liite 2. Tietomallin hyödyntämisen prosessi tarjouslaskennassa

Lyhenteet ja käsitteet

3D	Kolmiulotteinen suunnitelma
4D	Kolmiulotteinen suunnitelma, mikä sisältää lisäksi ajallisen ulottuvuuden.
Asiakirja	Kirjallinen tai kuvallinen esitys taikka sellainen sähköisesti tai muulla vastaavalla tavalla aikaan saatu esitys, joka on luettavissa, kuunneltavissa tai muutoin ymmärrettävissä teknisin apuvälinein.
BIM	<i>Building Information Modeling</i> on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa.
CAD	<i>Computer Aided Design</i> eli tietokoneavusteinen suunnittelu
ICEsession	<i>Integration company engineering</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i> = rakennusalan kansainvälinen tietosisällön määrittelystandardi. Sen avulla voidaan siirtää tietoa eri tietojärjestelmiin ja hyödyntää entistä monipuolisemmin olemassa olevaa suunnittelutietoa.
Natiivimalli	Suunnittelijan käytössä olevalla ohjelmistolla luotu alkuperäinen malli.
RAK	Rakennesuunnittelu
Rakennuksen tietomallinnus	on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa [1].
Rakennuttaja	Luonnollinen tai juridinen henkilö, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työntuloksen.
SketchUp	Mallinnusohjelma
Solibri Viewer	Mallin tarkasteluun tarkoitettu ohjelmisto

TATE	Talotekniikkasuunnittelu
Tekla BIMSight	Mallin tarkasteluun tarkoitettu ohjelmisto
Tilaaaja	Urakoitsijansopimuskumppani, joka on tilannut urakkasuorituksen. Tilaa- jana voi toimia rakennuttaja tai urakoitsija.
Urakka	Urakoitsijan toimenpiteet urakkasopimuksen mukaisten velvollisuuksien täyttämiseksi.
VDC	<i>Virtual Design and Construction</i> eli virtuaalisuunnittelu ja rakentaminen
YTV	Yleiset tietomallivaatimukset 2012

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään NCC Rakennus Oy:lle ja osana Metropolia AMK:n Tekniikan koulutusohjelmaa.

Tässä työssä käsitellään rakentamisen tietomallinnuksen mahdollisuuksia urakkalaskennassa. Aiheeseen tutustuminen tapahtuu haastattelemalla asiantuntijoita ja perehtymällä aiheen kirjalliseen ja sähköiseen aineistoon.

1.1 Taustaa

Rakennusteollisuuden tuottavuuden ollessa jatkuvasti laskusuuntainen [kuvio 1] on syytä etsiä uusia toimintatapoja tuottavuuden parantamiseksi. Onko 2D-piirustusten tulkitseminen syynä huonoon tuottamiseen? Voisiko tietomallinnuksesta olla apua urakkatarjouslaskennan tuottavuuden parantamiseen?

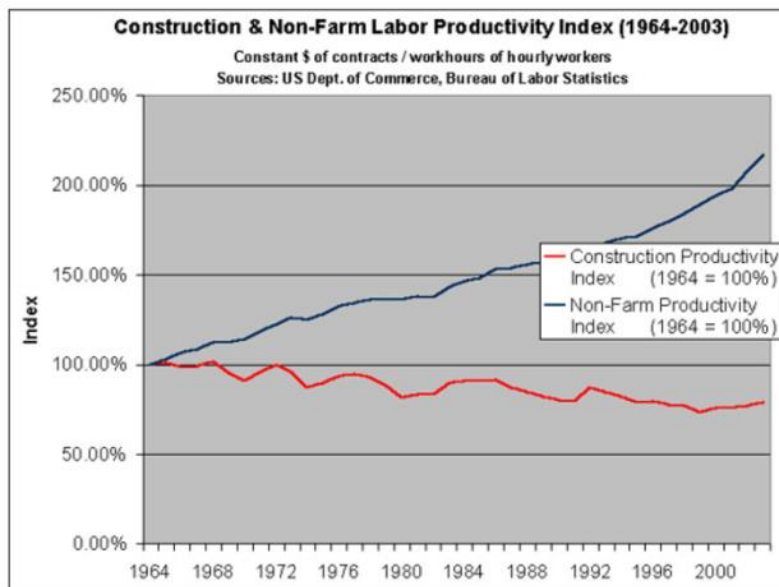


Figure 1. Labor productivity index for US Construction Industry and all non-farm industries from 1964 through 2003.

Kuvio 1. Tuottavuusindeksi [2].

Tietomallinnuksen alati kehittyessä on myös asuntorakentamisessa katsottu tarpeelliseksi valmistautua tulevaan arvioimalla tietomallinnuksen vaikutusta urakkalaskenta-prosessiin.

Aikaisemmin tehdyissä opinnäytetöissä ei ole tarkasteltu tietomallinnusta rakennusurakan tarjouslaskennan näkökulmasta. NCC Rakennukselle aikaisemmin tehdyt opinnäytetyöt ovat käsitelleet aihetta lähinnä tehtäväsuunnittelun ja tuotannon näkökulmasta viimeisimpiä niistä ovat mm.

- Jan Lundin vuonna 2014 tekemä opinnäytetyö Tietomallin hyödyntäminen tehtäväsuunnittelussa. Tässä työssä oli tavoitteena selvittää, miten tietomallinnusta voidaan hyödyntää tehtäväsuunnittelussa ja sen ohjauksessa. Lopputuloksena saatiin selville, että tietomallinnuksesta on merkittävä hyöty tehtäväsuunnittelussa. Sen informaation tallennusta voidaan myös hyödyntää jatkossa esimerkiksi vuosikorjauksissa.
- Ani Parkkisen vuonna 2013 valmistunut diplomityö Rakennuksen Tietomallien hyödyntämisen edellytykset rakentamisen valmistelu- ja rakennusvaiheessa. Työssä oli tavoitteena selvittää NCC Rakennus Oy:n tietomallinnuksen nykytilaa tuotannonohjauksen ja rakentamisvaiheen osalta. Työn lopputuloksena saatiin, että tietomallinnuksen onnistunut hyödyntäminen edellyttää hyvää suunnittelun ohjausta. Tämän onnistuttua hyvin mallinnus tukee rakentamisen tuotannonohjausta ja rakentamisen kokonaisuuden hahmottamista.
- Sampo Oksaman vuonna 2008 tekemässä diplomityössä aiheena oli rakennemallinnuksen hyötyjä omaperusteisessa asuntorakentamisessa. Tutkimuksen tavoitteena oli tunnistaa rakennuksen tieto- ja rakennemallinnuksen mahdollistamat hyödyt ja niiden saavuttamiseen liittyvät ongelmat. Tuloksena määriteltiin rakennemallinnuksen mallinnustarkkuuteen vaikuttavat tekijät; yleiset ja kohdekohtaiset. Tutkimustuloksena todettiin mallinnustarkkuuden riippuvan kohdekohtaisista tekijöistä NCC Rakennus Oy:n omaperusteisessa asuntorakentamisessa ja rakentamisvaiheen osapuolten yhteistyöstä.

Tässä työssä tutkitaan tietomallin hyödyntämistä urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentavaiheessa.

1.2 NCC

NCC eli Nordic Construction Companyn historia alkaa aina 1800-luvun alusta, Göteborgin laivanvarustajista. Logossa oleva tähti tulee Nordstjärnan suvulta, se on näyttänyt tietä jo pitkään. Konsernin liikevaihto vuonna 2013 oli 7,7 miljardia euroa. Konserni

työllistää 18 700 henkilöä. NCC-yrityserheeseen Suomessa kuuluvat NCC Rakennus Oy, NCC Asuminen, NCC Property Development ja NCC Roads.[3.]

NCC Rakennus Oy on valtakunnallinen rakentaja, jonka toimiala on talonrakentaminen, sisältäen mm. asunto-, toimitila-, liike- ja julkisen rakentamisen sekä infrarakentamisen. Yrityksen tavoitteena on saavuttaa paras mahdollinen lopputulos. Tämän saavuttamiseksi se on aktiivisesti mukana kehitystyössä rakentamisen parantamiseksi.[3.]

NCC Rakennus Oy:n juuret juontavat vuoteen 1947 Armas Puolimatkan perustamaan rakennusliikkeeseen Puolimatka Oy. NCC AB:n ja Puolimatka Oy:n yhteinen taival alkoi 1.1.1996, kun NCC AB osti Puolimatkan rakennustoiminnan ja rakennussuunnittelun. Yrityksen nimeksi tuli tuolloin NCC Puolimatka Oy. Vuonna 1999 yrityksen nimi muutettiin NCC Finland Oy:ksi. NCC Rakennus Oy aloitti toimintansa 1.1.2003, kun yritys jakautui nykyiseen muotoonsa.[3.]

1.3 Rajaus

Tässä työssä keskitytään asuntotuotannon urakkalaskentaan. Tarkastelun lähtökohtana ovat nykyiset asuntorakennusurakkalaskentavaiheet ja niihin liittyvät asiakirjat ja toimintatavat. Tutkimuksen keskipisteessä on asuntorakentamisosaston urakointi eli NCC ARU-osasto.

1.4 Tavoitteet

Tavoitteena on saada selkeä kuvaus tarjouslaskentaprosessista, sekä saada selville, miten siinä voidaan parhaiten hyödyntää tietomallinnusta.

Tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin.

- Onko tietomallinnuksesta apua tarjouslaskennassa?
- Millainen vaikutus sillä on tarjouslaskentaprosessiin?
- Missä prosessin osassa siitä saataisiin selkeästi lisäarvoa lopputulokseen?

Tavoitteeseen päästään haastattelemalla asiantuntijoita, tutustumalla internetistä löytyvään materiaaliin ja perehtymällä aikaisemmin tietomallintamisesta tehtyihin opinnäytteihin sekä lukemalla aiheeseen liittyvää kirjallisuutta. Haastattelut toteutetaan teema-haastatteluina. Haastateltavat henkilöt ovat päivittäin tekemisissä urakkalaskennan kanssa tai ovat tietomallinnuksen asiantuntijoita.

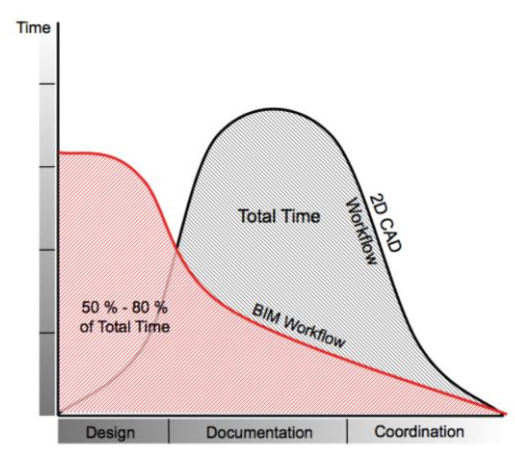
2 Tietomallinnus

Arkkitehdit ovat aina mallintaneet. Aikaisemmin se on tapahtunut rakentamalla pienoismalleja, joilla on havainnollistettu rakennuksen muotoja, kokoa ja toimivuutta. Arkkitehtien piirustusten pohjalta ovat rakennusmestarit toteuttaneet vision.

Tietomallinnuksen juuret ulottuvat vuosikymmenten taakse, jolloin alettiin kehittää CAD-ohjelmia. Ne keskittyvät lähinnä 2D-kuvien tuottamiseen tietokoneavusteisesti. 3D-näkymät olivat ensin CAD-ohjelmien lisäominaisuuksia ja arkkitehdit käyttivät niitä lähinnä havainnekuvien tekemiseen.

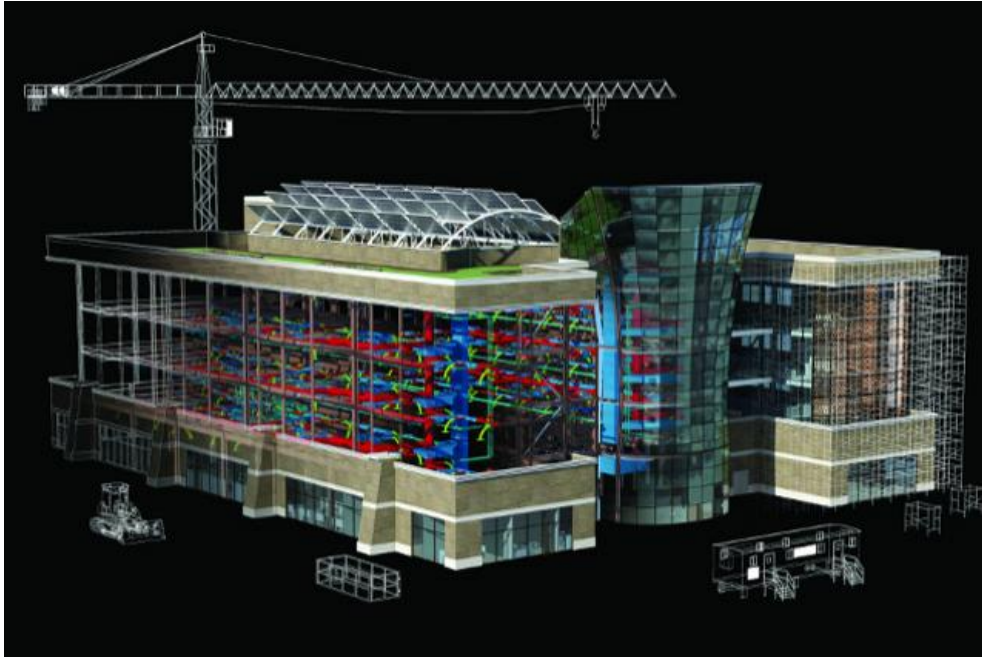
Nykyaikainen mallinnus perustuu digitaalisesti luotuihin tiedostoihin ja oliomallintamiseen. Periaatteena on, että kerran luotu tieto on helposti ja täydellisesti käytettävissä rakennuksen koko elinkaaren ajan.[4.]

Kuviossa 2 on havainnollistettu, miten tietomallin avulla saadaan suunnittelun pääpaino siirtymään hankkeen alkuun, jolloin kaikki tärkeät päätöksetkin tehdään. Tästä on hyötyä koko rakennuksen elinkaaren ajan. Kun päätökset tehdään oikeaan aikaan ja oikeilla tiedoilla, vältetään suurilta ja kalliilta virheiltä, joilla voi olla vaikutusta rakennuksen käyttö- ja ylläpitokustannuksiin.



Kuvio 2. BIM vastaan 2D CAD suunnittelu [5].

Ihanteellisessa tietomallinnushankkeessa kaikki osapuolet toimivat yhteistyössä ja saadaan toimiva kokonaisuus (kuvio 3), josta tuotetaan tarvittavat tiedot, 2D-piirustuksina, taulukkoina, havainnekuvina [8, s.3]. Toimivan kokonaisuuden saamiseksi tarvitaan täsmällisiä ohjeita siitä, mitä ja miten mallinnetaan. COBIM-hankkeen tuloksena syntyneessä julkaisusarjassa YTV2012 (Yleiset Tietomallivaatimukset 2012) on esitetty vaatimukset rakennuksen tietomallille eri osapuolten näkökulmasta. Hankkeen rahoittajina toimi mm: NCC Rakennus OY, SWECO PM Oy ja eri kaupunkien tilakeskukset sekä ympäristöministeriö. Julkaisusarjaan kuuluu 14 osaa käsittäen rakennushankkeen eri osapuolet.[6.]



Kuvio 3. Romulus-rakennuksesta tehty yhdistelmämalli [7.].

YTV2012 yleisessä osassa mainittavia tietomallinnuksen mahdollisuuksia ovat mm:

- Ratkaisujen toimivuuden, laajuuden ja kustannusten vertailu investointipäätöksen tueksi.
- Eri analyyseistä tehdyt vertailut suunnittelun ja ylläpidon tavoiteseuranta varten esim. energia-, ympäristö- ja elinkaarianalysit.
- Suunnitelmien havainnollistaminen ja rakennettavuuden analysoiminen
- Suunnitteluprosessin, laadunvarmistuksen ja tiedonsiirron parantaminen.
- Tietojen hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikaisissa toiminnoissa.

Hankkeen eri osapuolien näkökulmasta tietomallintamisen tavoitteet näyttävät erilaisilta. Hankkeen tilaaja tavoittelee toiveet toteuttavaa suunnittelua ja toteutusta sekä liiketoiminnan kannattavuuden ja tuottavuuden lisääntymistä. Suunnittelijan tavoitteena on tuottaa yhtenä kokonaisuutena hyvin suunniteltu ja toimiva rakennus. Rakentajalle on eniten hyötyä tietomallin sisältämistä määrä-, materiaali- ja komponenttiedoista. Niiden avulla rakentaja pystyy suunnittelemaan ja seuraamaan tuotantoa ja sen aikataulua sekä olemaan yhteydessä rakennusosatuottajiin.[8, s.3.]

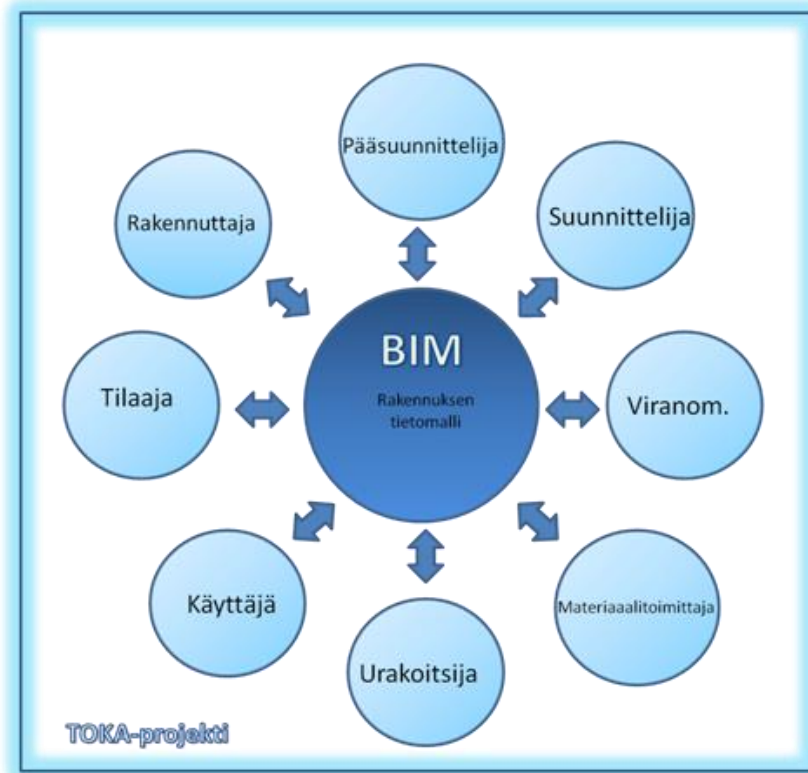
Tietomallinnushankkeen läpivienti vaatii projektinjohdolta sitoutumista projektin alusta alkaen. Hankkeen organisointi, vaiheistus, aikataulutus ja koordinointi muuttuvat tietomallinnusta käytettäessä. Päätös tietomallinnuksen käytöstä hankkeessa tulisi tehdä jo hankkeen valmisteluvaiheessa. Tilaajan olisi hyvä miettiä jo hankkeen alussa sen tavoitteita ja käytön laajuutta hankkeessa. Tämä mahdollistaa hankkeen asetettujen tavoitteiden systemaattisen seuraamisen ja parhaan lopputuloksen saavuttamisen.[9.]

2.1 Rakennuksen tietomallit

Rakentamisen tietomallit käsittävät eri suunnittelualojen tekemät mallit. Näitä ovat arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja sähkösuunnitelmat. Yhdistämällä nämä toisiinsa saadaan yhdistelmämalli. Sitä voidaan käyttää suunnitelmien ristiintarkasteluun, rakennuksen havainnollistamiseen, tuotannonsuunnitteluun ja määrienlaskentaan.[10.]

Hankkeen alkuvaiheessa tilaaja määrittelee hankkeen tietomallinnuksen tavoitteet. Näin suunnittelijat saavat heti alussa tietoon, millaisia tietomallinnukselle asetetut vaatimukset ovat. Tämä helpottaa suunnittelijoiden työtä, koska mallinnuksen ollessa mukana jo alkuvaiheessa sen ajan tasalla pitäminen vaatii vähemmän resursseja ja aikaa.[8, s.3.]

Mallintaminen tukee ja mahdollistaa eri suunnittelijoiden yhteistyön jo projektin alkuvaiheissa. Kaikkien suunnittelualojen ollessa mukana alkuvaiheessa voidaan yhdessä saada aikaan taloudellisesti ja laadullisesti ihanteellinen ratkaisu. Tämä tukee myös tilaajan ja loppukäyttäjän päätöksentekoprosessia. Suunnittelijoiden onnistuessa työsään on tiedonsiirto seuraavaan vaiheeseen helpompaa, eikä oleellista tietoa häviä matkalla, vaan sitä tulee uusia kerroksia lisää, jotta niitä voidaan hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan.[8, s.3.]



Kuvio 4. BIM-tietomallin muodostuminen [11].

Tietomallinnuksessa käytettäviä ohjelmistoja on monia. Eri suunnittelualoilla on omat juuri niiden tarpeisiin soveltuvat ohjelmistot. Ongelmaksi muodostuukin näiden yhdistäminen. Tähän ongelmaan on kehitetty IFC-tallennusmuoto, jolla eri ohjelmistoilla luodut mallit voidaan yhdistää samaan tietomalliin. Monet mallinnusohjelmistot tukevat tätä tiedostomuotoa, niillä voidaan tallentaa ja lukea toisessa ohjelmistossa luotua IFC-tiedostoa.

Tämän lisäksi on tietomallin katseluun ja tarkastukseen tarkoitettuja ohjelmia, joihin voidaan liittää eri suunnittelijoiden suunnitelmat, jotta voidaan tarkastella koko rakennusta samasta tietomallista. Näitä on esim. Solibri Viewer, Tekla BIMSight.

2.1.1 Suunnittelualojen tietomallit

Arkkitehdin tekemä malli toimii pohjana kaikille muille malleille. Sillä on myös keskeinen osa tehtäessä erilaisia simulointeja ja analyyseja. Edellä mainituista syistä sen tulee olla teknisesti virheetön kaikissa projektin eri vaiheissa. Mallin geometria ja tietosisältö vaihtelevat hankkeen eri vaiheiden mukaan.[12, s.5.]

Tietomallien tarkkuustaso riippuu mallien hyödyntämistarpeista ja hankkeen vaiheesta. Mallintamisen tarkkuustasot YTV2012 osa 3 jakaa kolmeen tasoon. Niissä on pieniä eroavaisuuksia eri rakennusosien välillä:

Taso 1 Käyttötarkoitus on suunnittelijoiden välinen kommunikaatio ja suunnitelmien yhteensovittaminen; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennusosat on nimetty kuvaavasti.

Taso 2 Käyttötarkoituksina ovat hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysit, rakentamisen valmisteluvaiheessa rakennusosapohjainen määrälaskenta; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, rakennetyyppi määritelty ja oikean niminen ja tuotesosat mallinnettu niin, että kappalemäärät ja muu oleellinen määrätieto saadaan tuotetyypeittäin mallista.

Taso 3 Käyttötarkoituksina ovat työmaan aikataulusuunnitelma ja hankinnat; sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti, hankintaa varten oleelliset tiedot ovat attribuutti tms. kenttinä rakennusosissa ja ne voidaan listata [esim. ikkuna: tyyppi, aukkomitat, dB-vaatimukset jne.]

2.1.2 VDC Virtual Design and Construction

Tietomallinnus tuo tullessaan myös uusia toimintatapoja ja muuttaa prosessin kulkua sekä työtehtäviä. Yksi näistä uusista toimintatavoista on VDC, lyhenne tulee sanoista Virtual Design and Construction eli virtuaalinen suunnittelu ja rakentaminen. Se on Stanfordin yliopiston kehittämä toimintatapa, jossa monella eri tapaa hyödynnetään hankkeen eri osapuolten ammattitaitoa. Se sisältää sisältöprosessin ja mittaroinin. Toimitapaan kuuluu olennaisesti hankkeen eri osapuolet yhteen kokoontuminen ICE Sessioihin joissa yhteisesti, yhteisessä tilassa yhdessä suunnitellen tehdään ratkaisuja. Sessioiden kesto ja koko riippuu hankkeen suuruudesta. Maailmalla usean sadan miljoonan kohteissa voidaan kokoontua vuodeksikin yhteen paikkaan. Suomessa ja Pohjoismaissa järjestetään kooltaan ja kestoaltaan pienempiä projektistudioita, joissa on sama tavoite, kuin ICE sessioissakin.[13.]

2.2 Tietomallintamisen tavoitteet

Kiinteistöjen ja rakennuksien mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon aikana.[10, s.5.]

YTV 2012:ssa tietomallinnuksen tavoitteita on mm.

- Päätöksenteon prosessien tukeminen.
- Osapuolten sitouttaminen hankkeen tavoitteisiin mallin avulla.
- Havainnollistaa ja auttaa suunnitteluratkaisujen yhteensovittamista.
- Lopputuotteen ja rakennusprosessin laadun varmistus ja nostaminen.
- Rakennusaikaisten prosessien tehostaminen.
- Turvallisuuden parantaminen rakentamisen ja elinkaaren aikana.
- Kustannus- ja elinkaarianalyysien tukeminen.
- Käytönaikaisen tiedonhallinnan tietojen siirron helpottaminen.

2.3 Tietomallinnuksen laajuus

Tilaaaja määrittää mallinnuslaajuuden hankkeen alussa. Tietomallin laajuus on suurelta osin kiinni osapuolten halukkuudesta sen hyödyntämiseen ja tietämyksestä miten mallia voidaan hyödyntää hankkeen eri vaiheissa. Laajuus voi vaihdella yhden suunnittelu-alan mallinnuksesta koko rakennuksen elinkaaren kattavaan tietomallintamiseen.[8, s.3.]

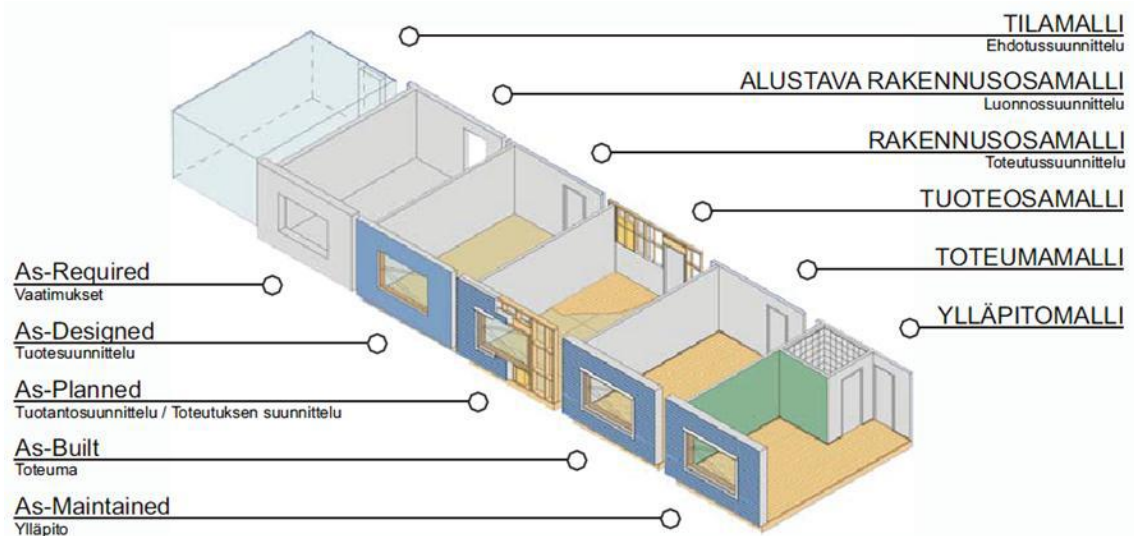
Pienimmillään tietomallintaminen on silloin, kun se on keskittynyt vain yhteen hanke-osapuoleen esim. rakennussuunnitteluun. Tällöin on kyseessä suppea tietomallintaminen. Siitä ei ole laajempaa hyötyä koko hankkeelle.[8, s.3.]

Integroidulla tietomallintamisella tarkoitetaan hankkeita, joissa useampi suunnittelun osapuoli toimii tietomalleilla. Näissä hankkeissa suunnittelun tehokkuus ja laatu parantuvat.[8, s.3.]

Toteutuksen ja suunnittelun yhdistävä tietomalli tuo lisäulottuvuuden, kun suunnittelijoiden 3D-suunnitelmiin lisätään tuotannon toteutukseen liittyvää ajallista tietoa. Tällöin tarkoitetaan 4D-suunnittelua.[8, s.3.]

Laajimmillaan tietomallinnus on elinkaarihankkeissa, jolloin suunnittelun ja toteutuksen aikana luotu tieto on käytettävissä mahdollisimman helposti täydessä laajuudessaan

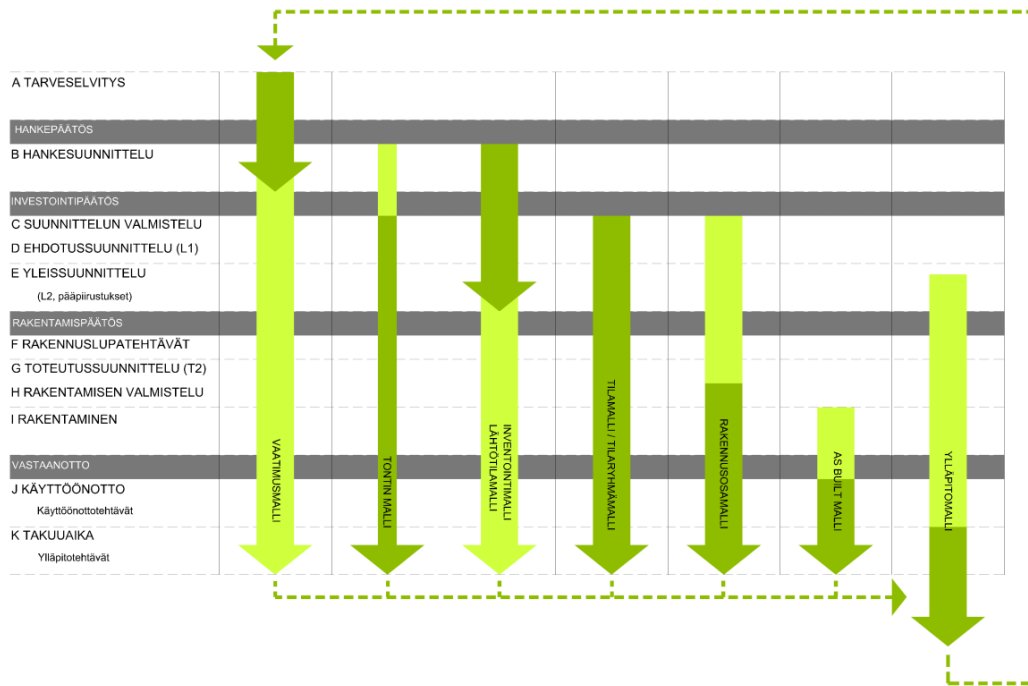
Onnistunut elinkaarihanke edellyttää tiedon säilyttämistä oikeassa muodossa ja tiedon jatkuvaa ylläpitämistä.[8, s.3.]



Kuvio 5. Yllä on esitetty rakennushankkeen tietomallintamisen vaiheet.[14, s.22.]

2.4 Tietomallinnuksen vaatimukset

Hankkeen eri vaiheissa tietomallin sisällöllä on erilaiset vaatimukset. Hankkeen alussa riittää taulukkomuotoinen tilaohjelma, josta selviää tarvittavat tilat, niiden koko, käyttötarkoitus ja erityisvaatimukset. Hankkeen edetessä tietomallin sisällön vaatimukset kasvavat. Taulukossa 1 näkyvät eri suunnittelijoiden sekä eri hankevaiheiden tietomallien nimet. Kuviossa 6 on selvitetty hankkeen tietomallin rakenne. Tavoitteena on saada oikeanlainen virheetön malli, jotta siitä saadaan tarvittavaa ja luotettavaa tietoa.[12.]



Kuvio 6. Hankkeen tietomallirakenne [12 s.10].

Kuvio 7. Tietomallien nimet jaoteltuna toimittajan ja hankkeen vaiheen mukaan [15, s 10].

Tietomallit rakennusprosessissa	Arkkitehti	Rakennesuunnittelija	TATE-suunnittelija	Urakoitsija / toimittaja
Hankesuunnittelu (korjauskohde)	Vaatimusmalli (Inventointimalli)	Vaatimusmalli (Inventointimalli)	Vaatimusmalli (Inventointimalli)	
Ehdotussuunnittelu	Massa-, tilaryhmä-, tilamallit	Tilavarausmalli	Tilavarausmalli	
Yleissuunnittelu	Alustava rakennusosamalli	Alustava rakennemalli	Alustava järjestelmämalli	Alustava tuotantomalli
Hankintoja palveleva suunnittelu	Rakennusosamalli - hankinnat	Rakennemalli - hankinnat	Järjestelmämalli - hankinnat	Tuotantomalli
Toteutussuunnittelu	Rakennusosamalli - toteutus	Rakennemalli - toteutus	Järjestelmämalli - toteutus	Tuotantomalli
Rakentaminen	Toteumamalli	Toteumamalli	Toteumamalli	Tuotantomalli

2.4.1 Vaatimusmalli

Tarveselvitysvaiheessa luodaan vaatimusmalli, sen muoto voi olla minimissään taulukkomuotoinen. Tässä vaiheessa ei välttämättä ole suunnittelijoita mukana, jolloin mallin laadinnasta vastaa hankkeeseen ryhtyvä. Tästä mallista saadaan lähtötiedot suunnittelulle ja kustannuslaskentaan. Sen tarkoituksena on toimia tarveselvitysvaiheen päätöksenteon perusteena. Siinä voidaan verrata eri ratkaisuvaihtoehtojen edullisuutta, miet-

tiä vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet, ja asettaa tarvittaville tiloille laatuvaatimukset.[12, s.10.]

YTV2012 osa 3 mukaan vaatimusmallissa esitettävät asioita on esimerkiksi:

- tilan nettoalatarve ja tarvittaessa mittoihin ja muotoihin liittyviä vaatimuksia
- tilan käyttö ja käyttäjät, keskeiset yhteydet ja vaikutukset muihin tiloihin
- sisäilmasto, ääneneritys, valaistus, kuormitus, kestävyys, turvallisuus ja laatutaso
- LVI-järjestelmät, sähköjärjestelmät, kalusteet, varusteet, laitteet, tilan jakosat, sisäpuoliset pintarakenteet.

Tarveselvitysvaiheessa ei vielä ole rakenne- ja talotekniikansuunnittelijoita mukana.

2.4.2 Tilavarausmalli

Ehdotussuunnitteluvaiheessa arkkitehti tarkentaa mallia tilamalliksi. Siihen on mallinnettu ja nimetty tilat käyttötarkoituksen mukaan. Tilamallia hyödyntäen voidaan hakea erilaisten simulaatioiden avulla rakennukselle tarkoituksenmukaisin ja taloudellisin ratkaisu.[15] Mallista saatavia hyötyjä on mm:

- energialuokkatavoitteita
- laajuustietoja ja massoittelua
- tilaluettelot ja tilaryhmien jaottelua
- visualisointiaineisto
- sijainti tontilla

RAK- ja TATE-suunnittelijoiden roolit ovat arkkitehtisuunnittelua tukevia. TATE-suunnittelun tilavarausmallissa on määritelty tekniikalle varatut tilat sekä laitteiden asennukselle ja huollolle riittävät tekniset tilat [16]. RAK-suunnittelun osalta ei ole varsinaisia mallinnusvaatimuksia. On kuitenkin mahdollista sopia projektikohtaisesti runkovaihtoehtojen mallintamisesta esimerkiksi kustannusten selvittämiseksi.[17.]

2.4.3 Alustava rakennusosamalli

Yleissuunnitteluvaiheessa tilamallia täydennetään alustavaksi rakennusosamalliksi. Nimensä mukaisesti siihen on lisätty tiloihin kuuluvat rakennusosat esimerkiksi ikkunat ja ovet. Tarkkuustasoltaan se on yleisesti tasoa 1, joidenkin rakennusosien kohdalla sitä voidaan nostaa tasoon 2. Mallista saadaan tuotettua rakennusluvan hakemiseen tarvittavat dokumentit.[12.]

Suunnittelun tässä vaiheessa RAK- ja TATE-suunnitelmat tarkennetaan yleissuunnittelun tasolle. TATE-suunnittelijan malli tarkentuu alustavaksi järjestelmämalliksi ja RAK-suunnittelijan malli alustavaksi rakennemalliksi. TATE- ja RAK-suunnittelijat ovat tutki-neet yhteistyössä talotekniikan ja rakenteiden periaatteellisen yhteensopivuuden.[16; 17.]

Ennen varsinaista toteutussuunnittelua mallit päivitetään hankintakyselyitä varten. Alustava rakennusosamalli on päivitetty hankintakyselyjen edellyttämälle tasolle ja se liitetään urakkatarjouspyyntöasiakirjoihin. Samoin TATE- ja RAK-suunnittelijat päivittä-vät mallinsa hankintakyselyitä varten. Tätä mallia urakoitsijan tulisi voida hyödyntää tarjouslakennassa.[12; 16; 17.]

2.4.4 Rakennusosamalli

Toteutussuunnitteluvaiheessa alustava rakennusosamalli on kehittynyt toteutukseen soveltuvaksi suunnitelmaksi mitta- ja tuotemäärityksin. Tyypillisesti lopullinen raken-nusosamalli tehdään urakkalaskenta- ja työpiirustusvaiheessa. Mallin yleinen tarkkuus-taso on 1 tai 2, joidenkin rakennusosien kohdalla taso voi olla 3. Mallista saatavia hyö-tyjä ovat mm:

- rakennusosien määräluettelot
- simulointiaineisto, energialuokkatavoitteet
- havainnollistavat kuvat
- työmaan ohjaus
- erikoissuunnittelijoiden suunnitelmien törmäystarkastelu.

Vastaava TATE-malli on toteutusta varten tehty järjestelmämalli [16]. RAK-suunnittelijan malli on rakennemallitoteutus [17].

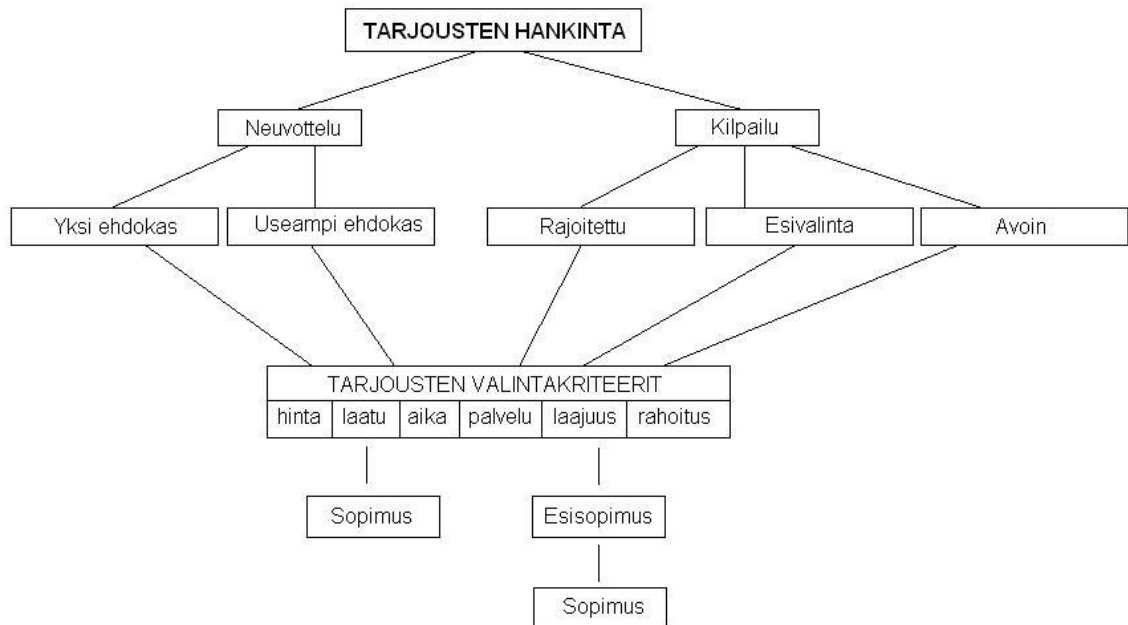
2.5 Tietomalliselostus

Yleisten tietomallivaatimusten (YTV2012) mukaan tietomalliselostus on suunnittelijoiden ylläpitämä kuvaus tietomallin sisällöstä, käytetyistä mallinnustavoista ja poikkeamista yleiseen vaatimukseen nähden. Tietomalliselostus tehdään projektikohtaisesti ja se on aina luovutettava mallin mukana. Tietomalliselostus sisältää vähintään seuraavat tiedot:

- Tietomalliselostus on nimetty siihen liittyvän mallin mukaan
- Julkaisupäivämäärä
- Mallintaja ja yhteystiedot
- Kohteen yhteistiedot
- Käytetyt ohjelmistot ja tiedonsiirto
- Kuvaus mallinnusperiaatteista ja lähtötiedoista
- Käytetyt rakennekirjastot ja rakennetyyppien nimeämiskäytännöt
- Mallinnustaso
- Mallille suoritettut tarkastukset
- Poikkeamat mallinnusohjeista ja -vaatimuksista
- Malliin tehdyt muutokset ja päivitykset.

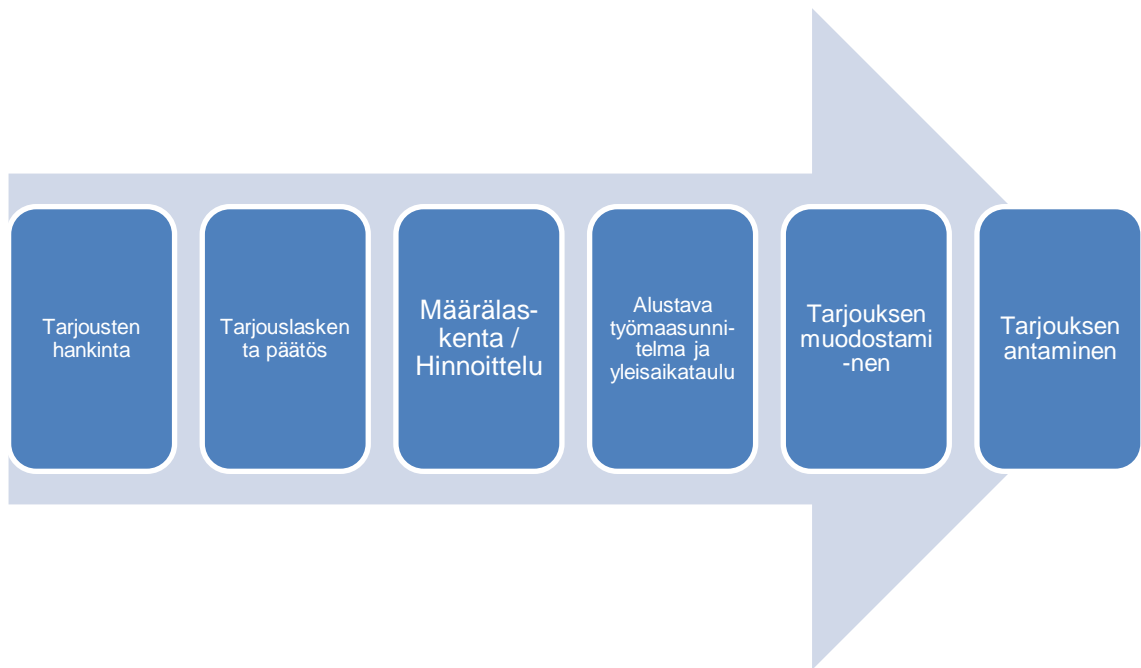
Tietomalliselostus tallennetaan projektipankkiin mallin tallennuksen yhteydessä. Tietomalliselostus päivitetään aina, kun alkuperäistä mallia on päivitetty ja se luovutetaan muiden osapuolten käyttöön.[12.]

3 Urakkatarjous



Kuvio 8. Tarjosten hankintatavan päätösketju[18, s.47].

Urakkatarjouksia voidaan hankkia joko neuvottelumenetelmällä tai kilpailuttamalla. Neuvottelumenetelmässä tilaaja neuvottelee alustavasti urakoitsijan kanssa urakkatarjouksesta, jonka jälkeen urakoitsija tekee saatujen tietojen perusteella urakkatarjouksen. Tämä menetelmä on nopein tapa päästä urakkasopimukseen. Kilpailumenetelmässä tilaaja järjestää urakkatarjouskilpailun, lähettämällä urakkatarjouspyyntöjä usealle urakoitsijalle. Tilaaja voi myös soveltaa edellä mainittujen menetelmien yhdistelmää, jolloin tilaaja neuvottelee useamman urakoitsijan kanssa ja lähettää näille tarjouspyynnöt.[18 s.29.]



Kuvio 9. Urakkatarjouksen laskentaprosessi

3.1 Urakkatarjouspyyntöaineisto

Tilaaaja toimittaa urakkalaskentaa varten urakkatarjouspyyntöasiakirjat, joihin kuuluu tarjouspyyntökirje, tekniset asiakirjat, urakkarajaliite ja urakkaohjelma. Nämä asiakirjat lähetetään kaikille urakoitsijoille samanaikaisesti. Mikäli urakoitsija huomaa näissä asiakirjoissa jonkin oleellisen tiedon puuttumisen, on urakoitsijan otettava sen vaikutus huomioon tarjouksessa ja pyydettävä tilaajalta täydennystä tietoihin tai ainakin ilmoitettava tilaajalle, miten puuttuva tieto on otettu huomioon tarjouslaskennassa.[18, s.38-4.]

Tarjouspyyntöaineistoon sisältyvä tarjouspyyntökirje sisältää tiedon, mistä tarjous pyydetään, ilmoitetaan mihin ja koska tarjous tulee toimittaa sekä kuinka kauan tarjouksen tulee sitoa tekijäänsä.[18, s.38-47.]

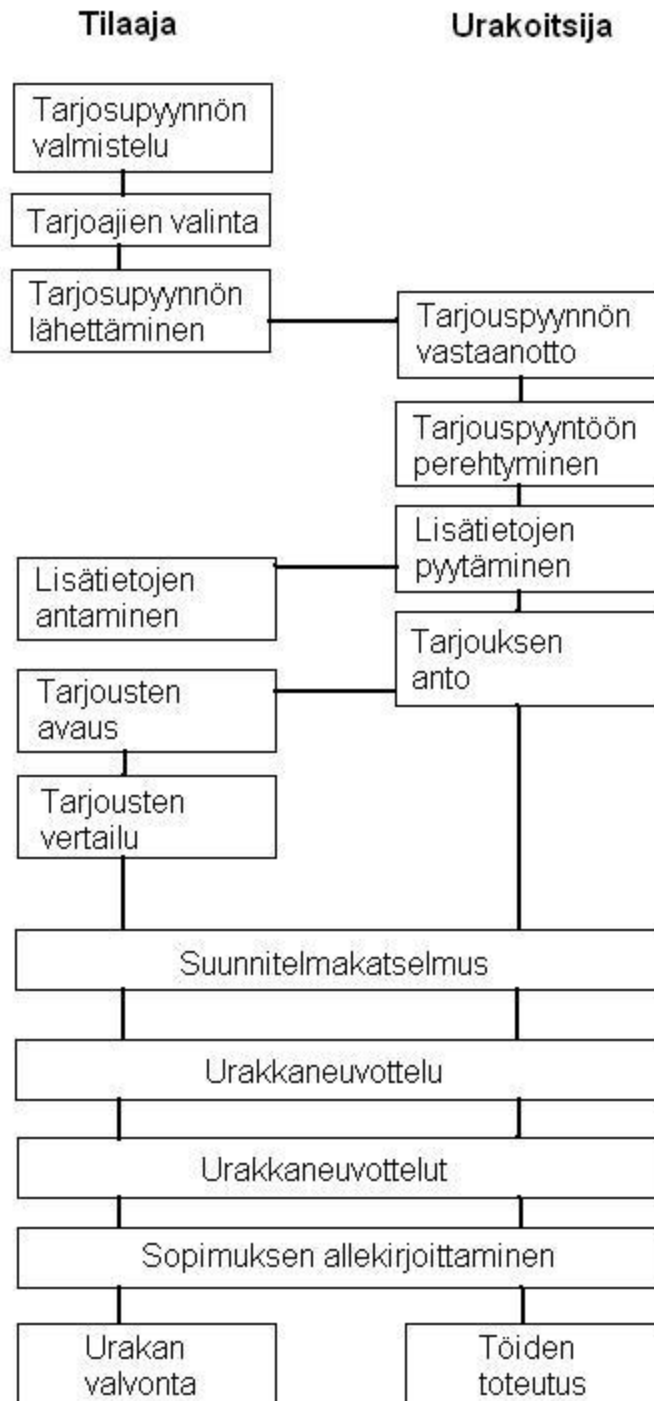
Rakennuksen muoto, koko, rakenteet ja tekninen toteutus selviävät teknisistä asiakirjoista, joihin kuuluvat rakennuksen suunnitelmat, rakennusselvitys [18, s. 38-49]. Rakennuksen tietomallit ja tietomalliselostus kuuluvat myös rakennuksen teknisiin asiakirjoihin. Niille on määritelty keskinäinen pätevyysjärjestys suhteessa muihin asiakirjoihin. Ne on yksilöity vastaavasti kuin muut tekniset asiakirjat.[10.]

Urakkarajaliite on rakennustyömaalla työskentelevien urakoitsijoiden yhteinen asiakirja. Asiakirja sisältää säännöt työmaan hallinnosta ja yhteisistä toiminnoista sekä eri urakasuoritusten rajoista. Sen avulla urakoitsija saa käsityksen omasta työsuoritusvelvollisuuteensa kuuluvista asioista sekä urakkahintaan vaikuttavista tekijöistä. Siinä on täsmennetty yleisiä sopimusehtoja niiltä osin kuin ne ovat tilaajan tarkennettavissa.[18.]

Urakkaohjelma on hankekohtainen asiapaperi, josta selviää hankkeen keskeiset tiedot, urakkaehdot sekä tilaajan ja urakoitsijan väliset kaupalliset ehdot [19]. Se kertoo urakoitsijalle, mitä tilaaja haluaa ja mitkä ovat tilaajan vaatimukset rakentamiselle. Sen merkitys korostuu erityisesti vähän käytetyissä urakkamuodoissa, sekä sellaisissa rakennuskohteissa, joissa on erityisiä huomioitavia seikkoja esim. laatuun, työturvallisuuteen tai ympäristöön liittyen. Siinä on määritelty menettelytavat, jos urakassa ilmenee erimielisyyksiä tai muita häiriöitä. Tilaaja määrittelee mahdolliset välitavoitteet urakan toteutukselle.[18.] Tietomallinnuksen osalta urakkaohjelmassa selviää, mitkä ovat urakoitsijan tehtävät ja yksilöidyt velvoitteet tietomallipohjaisessa toteutuksessa [9].

Urakkaohjelmassa tilaaja määrittelee urakkamuodon ja sivu-urakoitsijoiden alistamisen pääurakoitsijalle sekä, voiko pääurakoitsija tehdä tarjouksen sivu-urakoiden yhdistämisestä[19]. Asuntorakentamisessa yleisimmin käytettyjä urakkamuotoja ovat KVR-urakka ja perinteinen rakennusurakka, jossa urakoitsija toimii pääurakoitsijana.

KVR-urakassa urakoitsija ottaa kokonaisvastuun urakasta vastaten suunnittelusta, järjestelyistä ja toteutuksesta. Urakoitsijan ollessa pääurakoitsija hän vastaa toteutuksesta, hankinnoista ja työmaan johtamisesta.



Kuvio 10. Tarjousmenettelyn vaiheet [21, s.13].

3.2 Urakkatarjouslaskenta

Urakkatarjouspyynnön saavuttua aloittaa urakointiyritys sen arvioinnin. Yritys tutustuu tarjouspyyntöasiakirjoihin ja omiin toimintastrategioihinsa ja päättää siltä pohjalta tarjot-

tavasta kohteesta. Arvioitavia asioita on mm. millaisia riskejä hankkeessa on, onko hanke yrityksen toimintastrategiaan soveltuva ja voidaanko hankeen riskit ottaa huomioon tarjoustaan laadittaessa ja sopimuksellisin keinoin.[19.] Tämä arvio tehdään tutustumalla tarjouspyyntöaineistoon. Riskejä arvioidaan yrityksillä on käytössä erilaisia menetelmiä, joissa huomioidaan taloudelliset, ajalliset ja rakentamistapaan liittyvät riskit.

Tarjouslaskennan aikana tehdään määrälaskenta, hinnoittelu- ja kustannuslaskenta. Urakoitsija voi itse laskea kohteen määrät, joskin yleisimmin ne tilataan määrälaskenta-toimistolta. Näiden perusteella urakoitsija hinnoittelee rakennusosat yksikköhinnoin. Sinä aikana yritys tekee myös alustavan työmaasuunnitelman ja alustavan yleisaikataulun. Näiden avulla saadaan käyttö- ja yhteiskustannukset arvioitua.

Tietomallin yleistyessä urakkalaskenta-aineiston mukana tulee rakennuksen tietomalleja. Tietomallia hyödynnetään urakkalaskennassa määrälaskussa ja kustannuslaskennassa. Sen havainnollisuus auttaa riskien kartoittamisessa urakkalaskenta vaiheessa.

Tietomallin puuttuessa tarjouslaskenta-asiakirjoista urakoitsija voi miettiä, onko tarkoituksenmukaista itse mallintaa kohdetta osin tai kokonaan. Kohteen osittaisesta mallintamisesta voi olla hyötyä vaihtoehtoisten ratkaisujen miettimisessä sekä niiden havainnollistamisessa.

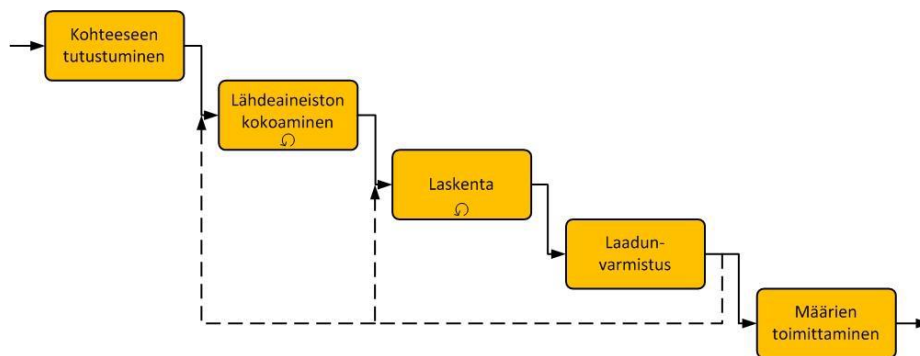
Tietomallista saatavia hyötyjä tarjouslaskennan aloituksessa on mm:

- Visuaalinen hyöty. Nähdään kohteen muoto ja koko sekä sen erityispiirteet ulkomuodossa.
- Saadaan selville sen rakenneratkaisut. Millaisia haasteita siinä on.
- Havaitaan riskit rakennuksen muodossa, sijainnissa ja muissa ratkaisuisissa.
- Tiedon etsiminen mallista on yksinkertaisempaa, kun taas perinteisistä 2d-kuvista saman tiedon löytäminen vaatii useamman piirustuksen läpikäymisen.
- Kun yhdistelmämalli on luotu, nähdään RAK- ja TATE-suunnitelmien vaikutus suunnittelukokonaisuuteen ja voidaan arvioida suunnitelmissa olevia riskitekijöitä.

3.2.1 Määrälaskenta

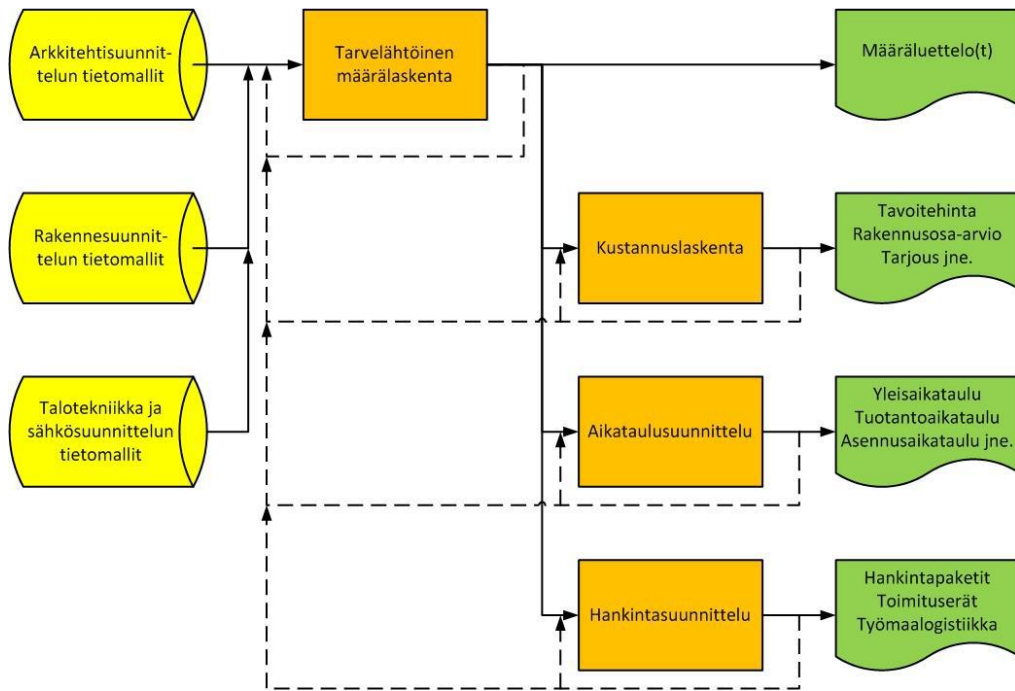
Määrälaskennan tekee urakoitsija tai se tilataan ulkopuoliselta toimijalta rakennuttajan antamien piirustusten ja muiden asiakirjojen pohjalta. Määrälaskennasta tulevat tiedot ovat jaoteltu Talo 2000-nimikkeistön tai vastaavan muun nimikkeistön mukaan.

Tietomallinnusta hyödyntäen määrälaskenta nopeutuu, tarkentuu ja määrät ovat luotettavampia. Verrattuna perinteiseen 2-ulotteiseen laskentaan tietomallia hyödyntävä määrälaskenta on noin kolmasosan nopeampaa. Määrälaskennan nopeutuminen edellyttää mallilta, että sen tietosisältö ja rakennusosat voidaan tunnistaa ja ryhmitellä ohjelmallisesti, sekä niistä saadaan laskennan tarvitsemat mittatiedot. Onnistuneen määrälaskentaprosessin (kuvio 10) edellytys on kunnollinen kohteeseen tutustuminen ja huolellinen lähdeaineistojen läpikäynti.[14.]



Kuvio 11. Määrälaskentaprosessi tietomallinnuspohjaisessa hankkeessa[20, s.14].

Tietomallinnetuissa hankkeissa sovitaan ja selvitetään mallien tarkkuustaso, mistä malleista määriä lasketaan ja lasketaanko määrät alkuperäismallista vai käytetäänkö IFC-mallia, sekä kuinka kattavasti malleista voidaan määrätietoa laskea. Erilaisissa urakalaskennan päätöksentekotilanteissa tietomallinnus mahdollistaa määrätietojen käytön tehostumisen. Hankkeen tarpeiden mukaan voidaan laskenta tehdä useammin ja tutkia erialaisia vaihtoehtoja enemmän. Määräluettelot eri tarkoituksiin syntyvät laskentaprosessin lopputuloksena (kuvio 11).[20.]



Kuvio 12. Määrätietojen hyödyntäminen[20, s.5].

Määrälaskentamenetelmiä on tunnuslukupohjainen laskenta, tilapohjainen laskenta, alustava rakennusosalaskenta, rakennusosalaskenta, suoritelaskenta ja sijaintikohtainen laskenta.

Rakennushankkeen aikaisessa vaiheessa puhutaan tunnuslukupohjaisesta laskennasta, joka perustuu yleensä pelkästään arkkitehdin tilamalliin. Tunnuslukupohjaisen laskennan tuloksena saadaan peruslukuja, kuten bruttoala, tilavuus ja julkisivun pinta-ala. Tällä alkuvaiheen laskennalla voidaan tutkia hankkeen suunnitteluratkaisun tehokkuutta ja toimivuutta.[20.]

Tilapohjaisessa laskennassa käytetään arkkitehdin tilamallia. Mallista saadaan lasketua tilojen pinta-aloja tilatyypeittäin laajuuslaskelmana. Tilatyypeille voidaan määrittää neliökustannukset, jolloin laskelmia voidaan käyttää tavoitehinnan arvioinnissa ja suunnittelun ohjauksessa.[20.]

Alustavasta rakennusosalaskennasta puhutaan, kun se tehdään alustavasta rakennusosamallista. Laskenta antaa rakennusosien määriä mallissa olevien rakennus- ja tekniikkaosien perusteella. Laskennassa tuotettua rakennusosamääräluetteloa voidaan hyödyntää esimerkiksi suunnittelun ohjauksessa, kustannusarvioinnissa, alustavassa rakennusaikataulun tekemisessä sekä kohteen toteutusratkaisujen arvioinnissa.[20.]

Rakennusosalaskenta on tarkempaa kuin alustava rakennusosalaskenta, koska se tehdään rakennusosamallista, joka sisältää täsmälliset tyyppitiedot rakenteista. Lisäksi määrälaskennassa on käytössä rakennesuunnittelijan yleissuunnitteluvaiheen tai hankintoja palveleva rakennemalli ja mahdollisesti myös talotekniikkasuunnittelijan järjestelmämalli. Rakennusosalaskennasta saadaan rakennusosamäärien lisäksi suoritteiden määriä. Rakennusosalaskentaa voidaan hyödyntää alustavan rakennusosalaskennan tavoin, mutta tarkemmin.[20.]

Tuotannon toteutuksen suunnittelussa ja aikataulutuksessa käytetään suoritelaskentaa, sen tarkkuustaso vastaa rakennusosalaskentaa. Määrälaskennan käytössä on rakennusosamalli ja rakennesuunnittelijan hankintoja palveleva rakennemalli sekä toteutussuunnittelun rakennemalli. Lisäksi käytössä on talotekniikkasuunnittelijan järjestelmämalli. Laskenta perustuu täydellisiin tuoterakenteisiin, jolloin malleista saadaan määrätietoa suoritetasolla.[20.]

Hankinta ja tuotanto hyödyntävät sijaintikohtaista laskentaa. Siinä laskenta suoritetaan jollain edellä mainitulla laskentamenetelmällä, mutta se kohdennetaan johonkin rakennuksen tiettyyn osaan. Määriä voidaan laskea esimerkiksi lohkoittain, kerroksittain tai tilaryhmittäin.[20.]

Tietomallin hyöty määrälaskennassa on urakoitsijan kannalta se, että urakoitsija voi laskea rakennusosamäärät tietomallista itse ja saada siten ajallista ja taloudellista hyötyä. Ajallinen hyöty tulee, kun hinnoittelija voi suoraan mallista saada määrätiedot eikä sen tarvitse enää odottaa määräluetteloita. Taloudellinen hyöty syntyy, kun ei tarvitse käyttää ulkopuolista määrälaskijaa, jonka palkkio säästyy. Tietomallin hyödyntämisen ongelmana on, että mallista saatetaan joutua johtamaan tietoa määrälaskentaa varten. Esimerkiksi kantavien seinien perusteella voidaan johtaa anturoiden pituus. Tämä johtaa siihen, että laskennan tarkkuus on riippuvainen laskijasta.[20.]

Edellä mainittujen hyötyjen saaminen tietomallista edellyttää tietomallin olevan mallinnettu tarjouslaskentaa varten, jotta tietomallista saataisiin määrät tarkasti ja luotettavasti.

3.2.2 Hinnoittelu ja kustannuslaskenta

Hinnoittelussa määritellään määrälaskijalta tulleisiin rakennusosien yksikkö- ja massa-tietoihin perustuen yksikköhinnat. Yksikköhinnat rakennusosille ja työlle saadaan joko referenssikohteista tai urakoitsijan omista tiedostoista. Rakennusosien hinnat saadaan toimittajilta joko kyseiseen kohteeseen erikseen kysyttäessä tai toimittajien vuosisopimusten perusteella. Työkustannukset tulevat usein vastaavanlaisen kohteen toteutuneista kustannuksista. Hinnoittelun ja kustannuslaskennan lopputuloksena saadaan tarjouksen tekninen hinta.

Tietomallista on hyötyä hinnoittelussa ja kustannuslaskennassa mm.

- Hinnoittelun voi tehdä suoraan tietomallin määristä
- Tietomallin määriin saadaan linkitettyä hintatiedot.
- Kustannuslaskenta saa hinta- ja määrätiedot suoraan mallista.
- Voidaan helpommin laskea useampia vaihtoehtoja ja vertailla vaihtoehtojen kustannuksia
- Saadaan tarkempia tarjouksia

Lopullinen urakkatarjoushintaa muodostuu teknisestä hinnasta, johon lisätään riskivaraus ja rakennusliikkeen haluama kate. Riskivarauksessa huomioidaan rakentamiseen liittyviä riskejä kuten talvirakentaminen.

3.3 Urakkatarjouksen antaminen

Annetun urakkatarjouksen tulee vastata tarjouspyyntöä. Näin ollen urakoitsijan tulee voida luottaa tarjouspyynnön tietoihin ja siihen, että mitä sanotaan, sitä myös tarkoitetaan. Urakoitsija voi myös antaa vaihtoehtoisen tarjouksen, mikäli sitä ei ole nimenomaisesti kielletty. Vaihtoehdot voivat liittyä teknisiin ratkaisuihin tai urakkaehtoihin.[19.]

Tilaaaja asettaa yleensä määräajan tarjouksen tekemiseen ja tarjouksen voimassa oloon. Sitovaksi tarjous tulee, kun tilaaajan on sen saanut. Sitovuus kestää niin kauan kun tarjous on voimassa tai siihen asti, kun tilaaaja hyväksyy toisen tarjouksen. Urakoitsijalla on joissain tapauksissa oikeus perua tarjous. Peruminen tulee kyseeseen, jos

tarjouksen jättöaika ei ole vielä umpeutunut, jos tarjouksessa on selkeä kirjoitusvirhe tai siinä on selkeä ja olennainen virhe, joka tilaajan olisi tullut havaita.[19.]

Tarjous tulee toimittaa ennen määräajan umpeutumista. Julkisissa hankkeissa määräajan jälkeen toimitetut tarjoukset hylätään. Yksityisellä sektorilla voidaan harkita tarjouksen hyväksymistä määräajan umpeutumisen jälkeen. Julkisissa kohteissa tilaaja määrittää urakoitsijan valintaehdot. Ehtojen tulee käydä ilmi tarjouspyyntöasiakirjoista. Kokonaistaloudellisin perustein urakoitsijaa valittaessa tulee valintakriteerien ilmetä tarjouspyynnöstä, jos näin ei ole, valitaan halvin vaihtoehto.[18.]

Tarjouksen antamisessa tietomallia voidaan hyödyntää tekemällä havainnollinen kuvaus, miten rakennus on tarkoitus toteuttaa, millaiset on työmaa järjestelyt rakentamisen eri vaiheissa. Tietomallin avulla saadaan näyttäviä esityksiä urakkatarjouksesta. Tietomalli antaa tilaajalle havainnollisemman kuvan rakennustavasta, työmaan järjestelyistä ja työturvallisuuden huomioimisesta.

4 Urakkalaskenta NCC:llä (salattava)

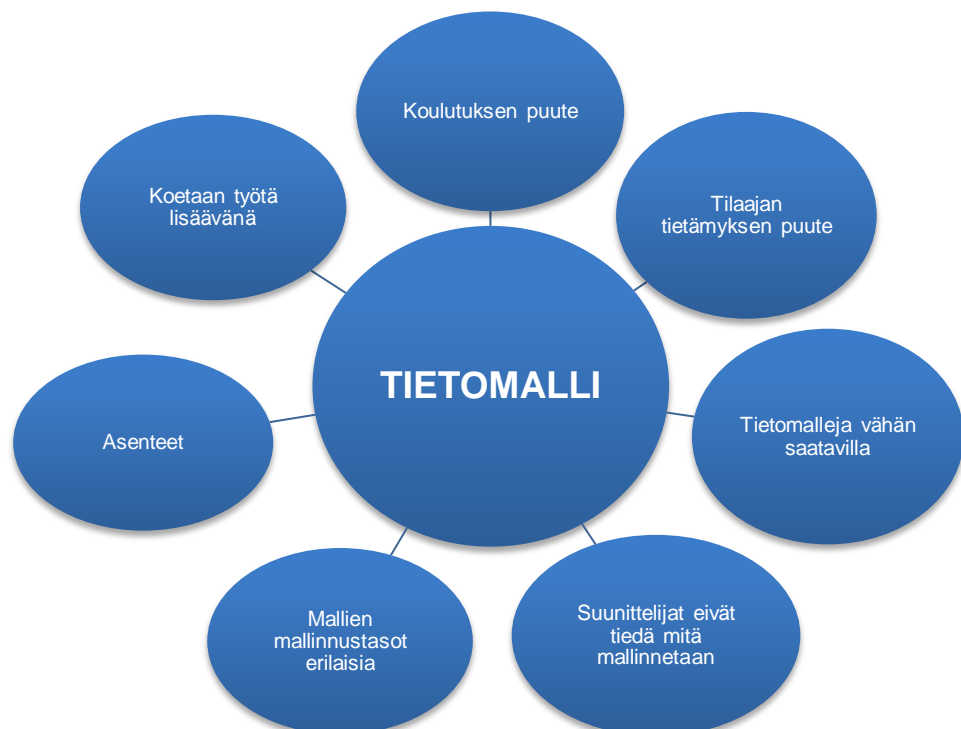
5 Urakkalaskenta tietomallia hyödyntäen tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa tietomallit yleistyvät myös urakointiliiketoiminnan tarjouslaskennassa. Tämän mahdollistaa tilaaja-, suunnittelija- ja toteutustahojen osaamisen kehitys ja toimintatapojen muuttuminen. Vielä ei voida ennustaa, kuinka paljon ja miten toimintatavat ja koko rakentamisen prosessi muuttuvat tietomallintamisen myötä. Varmaa kuitenkin on, että muutos tulee olemaan merkittävä ja viemään pitkän ajan.

Tietomallinnuksen hyödyntäminen (kuvio 19) ja saaminen itsestään selväksi työkaluksi urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessiin edellyttää prosessissa mukana olevien henkilöiden sitoutumista koulutukseen ja tietomallin hyödyntämistapojen kehittämiseen. Tähän asti kehittämisen ja käyttöön oton haasteena (kuvio 20) on ollut tietomallien vähäinen saatavuus ja mallien huono taso. Tietomallien monipuolisen hyödyntämisen esteenä on tietomallien huono taso. Tietomallien huono taso johtaa siihen, että tietomalleista saatava tieto ei ole luotettavaa. Tietomallien tason parantuaessa voidaan niitä hyödyntää monipuolisemmin.



Kuvio 13. Tietomallin hyötyjä urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessissa.



Kuvio 14. Tietomallin haasteet urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessissa

Tietomalleja on kuitenkin jonkin verran saatavilla, vaikka jokaisessa urakkalaskentamateriaalissa niitä ei olekaan mukana. Tietomallin jalkautumisen edellytyksenä on, että aloitetaan tarjousmateriaalin mukana tulevien tietomallien käyttö ja hyödyntäminen. Tietomallin hyödyntämisen prosessi urakkalaskentavaiheessa on kuvattu Liitteessä 2. Siinä ajatuksena on aloittaa tiivis yhteistyö VDC-tiimin kanssa. Yhteistyö aloitettaisiin heti, kun on tarjouslaskennan aloittamispäätös tehty. Yhteistyö VDC-tiimin kanssa aloitetaan VDC-tiimin aloituspalaverilla missä määritetään kohteen tietomallinnuksen käytön tavoitteet.

VDC-tiimin tehtäviin kuuluu mm. opastaa ja neuvoa tietomallien ja mallinnusohjelmien käytössä. VDC-tiimistä saadaan tukihenkilö tukemaan tietomallin käyttöä sekä opastamaan ja kouluttamaan sen hyödyntämistä. VDC-tiimin tehtävänä on tarkastella itse tietomallin kuntoa ja miten sitä voi hyödyntää urakointiliiketoiminnan tarjouslaskennassa. Lisäksi tiimi tekisi tietomallista tarvittavia analyyseja tarjouslaskennan päätöksen teon tueksi.

Tarjouslaskentamateriaalissa mukana olevista arkkitehti- sekä mahdollisista rakennus- ja talotekniikkamalleista VDC-tiimi tekee urakkalaskentaa varten yhdistelmämallin. Yhdistelmämallia käytetään tarjouslaskennassa rakennuksen visuaaliseen tarkasteluun. Siitä voidaan myös ottaa tarvittaessa määriä hankintaa ja kustannuslaskentaa varten.

Tietomallien tietosisällöt vaihtelevat suuresti, mikä hankaloittaa tietomallien hyödyntämistä urakointiliiketoiminnan tarjouslaskennassa. Tietosisältöjen laajuus- ja tasoerot johtuvat mm. suunnittelun ohjauksen puutteista. Tilaajat eivät välttämättä tiedä, mitä tietomallilta halutaan ja miten sitä tullaan hyödyntämään rakennuksen tuotantovaiheessa.

VDC-tiimin Maria Lennox on yhdessä mm. Skanskan Etelä-Suomi Oy:n ja Fira Oy:n kanssa laatimassa tilaajaohjeistusta tietomallin tilaamiseen. Ohjeistus on laadittu urakoitsijan näkökulmaa silmällä pitäen ja se on yksinkertaisempi kuin YTV2012-ohjeistus. Sen tarkoituksena on saada samansisältöisiä tietomalleja urakoitsijoiden käyttöön. Ohjeistus auttaa tilaajaa tilaamaan oikeanlaisia ja tarvittavalla tietosisällöllä olevia suunnitelmia. Suunnittelijat hyötyvät ohjeistuksesta siinä, että heillä on selkeä kuva, miten tietomallia tullaan hyödyntämään ja minkä tasoista sisältöä siihen halutaan. Kaikkea ei kuitenkaan ole tarkoitus mallintaa. Hankkeen eri vaiheissa tietomallin sisältö ja tarkkuustaso ovat erilaisia. Liian tarkasta tietomallista voi olla jopa haittaa. Ohjeistuksen

tullessa käyttöön se tulee tasaamaan tietomallien tasoeroja, joten jatkossa tullaan saamaan enemmän samansisältöisiä tietomalleja käyttöön. Tämä tulee parantamaan tarjouslaskennassa mitattavien määrien luotettavuutta ja tarkkuutta.

Tietomallin sisältävien määrätietojen hyödyntäminen on vielä haastavaa. Siihen on syynä mallien mallintamisen tasoerot. Määrätietojen oikeellisuuden arvioinnissa tarvitaan hyvää tietomallinnuksen osaamista. Tästä johtuen VDC-tiimi vielä toistaiseksi ajaa mallista tarvittavia määriä ulos. Mallien ja osaamisen kehittyessä kustannuslaskenta voi itse aloittaa määrien ottamisen mallista.

6 Yhteenveto ja pohdinta

Työssä oli tarkoituksena tutkia ja selvittää, miten tietomallia voidaan hyödyntää urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessissa. Tutkimuskysymyksenä oli. Onko tietomallinnuksesta apua tarjouslaskennassa? Millainen vaikutus sillä on tarjouslaskentaprosessiin? Missä prosessin osassa siitä saataisiin selkeästi lisäarvoa lopputulokseen? Näihin kysymyksiin saatiin vastaukset tutkimalla tietomallinnuksen ja tarjouslaskentaprosessin teoriaa sekä perehtymällä nykyiseen urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessiin haastatteleamalla tarjouslaskennassa mukana olevia henkilöitä. Tietomallinnuksen nykytilaa yrityksessä selvitettiin haastatteleamalla tietomallinnuksen kanssa päivittäin tekemisissä olevia henkilöitä.

Tietomallin hyödyllisyys tuli ilmi monessakin prosessin osassa. Tällä hetkellä tietomallia käytetään jonkin verran rakennuksen visuaaliseen tarkasteluun. Rakennuksen visuaalinen tarkastelun tietomallia apuna käyttäen koettiin nopeuttavan rakennuksen hahmotamisessa. Mallista voitiin yhdellä silmäyksellä havaita rakennuksen muoto, ympäristöolosuhteet, julkisivujen haasteellisuus ja rakennettavuuden vaikeusaste.

Vielä tietomalli ei muuta urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessia. Tietomallia voidaan hyödyntää prosessin apuvälineenä tukemaan päätöksenteossa. Päätöksen teossa tietomalli voi tukea esimerkiksi tietomallista saatavien erilaisten analyysien avulla. Analyysit auttavat erilaisten vaihtoehtojen vertailussa, joista voidaan siten valita sopivin. Näin päästään mahdollisimman optimaaliseen tarjoukseen. Tietomallin visuaalisuuden tuoma tuki päätöksen tekoon on sen havainnollisuus. Tietomallin avulla voi-

daan tarkastella rakennuksen muotoa ja rakennettavuuden vaikeusastetta, joka vaikuttaa tarjouksen riskivarauksiin.

Eniten lisäarvoa koettiin tietomallintamisesta saavan arvioitaessa työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksia. Niitä laskettaessa käytettiin apuna Trimble SketchUp -ohjelmaa, jolla tehtiin yksinkertainen malli työmaasuunnitelmasta. Sillä voidaan yksinkertaisin keinoin havainnollistaa työmaan logistiikkajärjestelyt. Tämä auttoi käyttö- ja yhteiskustannusten laskennassa. Yksinkertaista mallia voidaan käyttää myös alustavan yleisai-kataulun suunnittelussa. Siinä mallista on hyötyä rakennuksen lohkojakoa mietittäessä ja rakennus järjestystä määrittäessä. SketchUp-mallista voidaan tehdä havainnollisia videoita siitä miten rakennus on tarkoitus toteuttaa. Videota voidaan hyödyntää esimerkiksi ennakkotarjouspyyntöneuvotteluissa ja urakkatarjousta esiteltäessä tilaajalle.

Tutkimus osoitti, että tietomallien käytössä tarvitaan vielä paljon lisää harjoitusta ja koulutusta. Harjoittelun mahdollisuudet tulevat lisääntymään tietomallien yleistyessä ja niiden laadun parantuessa. Tietomallin jalkautuminen asuntorakentamisen urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessiin vaatii pitkäjänteistä ja johdonmukaista työskentelyä tietomallinnuksen kanssa. Muutoksen tarjouslaskentaprosessiin tekee mahdolliseksi asenteiden ja näkökantojen muutos. Voitaisiin miettiä, miten minä saan tietomallinnuksesta parhaan mahdollisen tuen päätöksentekooni? Ehkä ajatellaan, että tietomallin käytön oppimiseen ei ole aikaa, eikä siitä ole minulle mitään hyötyä. Tämä tutkimus osoitti tietomalleista olevan hyötyä urakointiliiketoiminnan tarjouslaskentaprosessissa. Joten miksei tietomalleja aloitettaisi prosessissa hyödyntämään?

Lopuksi voidaan vielä todeta, että tietomallien käyttöönotto urakointiliiketoiminnassa on tulevaisuuden suunta. Vielä ei voida sanoa, miten se tulee muuttamaan rakennusurakoitten laskentaprosessia. Muutoksessa edetään askel kerrallaan. Ensin opetellaan hyödyntämään mallin visuaalisuutta, ja sen jälkeen opetellaan malliin sisältyvän tietosisällön hyödyntämistä.

Lähteet

- 1 Wikipedia [verkkajulkaisu]. Luettu 13.1.2015. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Rakennuksen_tietomalli
- 2 Jäväjä, Päivi. 2015 Luentokalvosarja BIM-koulutus Rateko.
- 3 NCC Rakennus Oy [verkkomateriaali]. Luettu 14.1.2015. Saatavissa: <http://www.ncc.fi/tietoa-nccsta/ncc-suomessa>
- 4 Mäkelä, Tarja. Luento APRO [Tietomallintamisen prosessit ja yleiset vaatimukset rakennushankkeissa [F.E.C]. 13.1.2015. VTT
- 5 Graphisoft (verkkomateriaali). Luettu 15.3.2014. Saatavissa: http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/about_bim/
- 6 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, julkaisusarja (verkkomateriaali). Luettu 24.3.2014. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>,
- 7 Cervi, Bob. Engineering and Technology Magazine. Verkoartikkeli Buildin Information Modelling – DNA for buildings. 21.1.2013. Luettu 20.2.2015. Saatavissa: <http://eandt.theiet.org/magazine/2013/01/building-metabolism.cfm>.
- 8 RT 10-10992. Tietomallinnettava rakennushanke. Huhtikuu 2010. Rakennustietosäätiö RTS.
- 9 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 11 Projektin johtaminen <http://www.buildingsmart.fi/8>
- 10 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 1. Yleinen osuus [verkkomateriaali]. Maaliskuu 2012 . Saatavissa: [http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012\[ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012[ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf)
- 11 Lehtoviita, Timo. 11.10.2012. Luentokalvosarja TOKA-projektin tavoitteet, toteutus ja rakennusalan toimijoiden osallistuminen hankkeeseen. Luettu 9.3.2015. Saatavissa: <http://www.saimia.fi/toka/docs/tokaprojektiosallistumine.pdf>
- 12 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 3 Arkkitehtisuunnittelu [verkkomateriaali]. Maaliskuu 2012. Saatavissa: [http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012\[ytv2012_osa_3_ark.pdf](http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012[ytv2012_osa_3_ark.pdf)

- 13 Lennox, Maria Haastattelu 17.2.2015 klo 12.00
- 14 Uusitalo, Heikki. 2013. Tietomallipohjaisen määrienhallinnan hyödyntäminen rakennustuotannossa. Diplomityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu
- 15 Ruotsalainen, Jouni. 2010. Tietomallin käyttöönoton kartoitus rakennusvalvonta prosessissa. Insinööriyö (ylempi AMK). Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 16 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 4. Talotekniikkasuunnittelu (verkkomateriaali). Maaliskuu2012. Saatavissa:
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_4_tate.pdf
- 17 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 5. Rakennesuunnittelu [verkkomateriaali]. Maaliskuu 2012. Saatavissa:
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_5_rak.pdf
- 18 Jouko, Kankainen ja Juha-Matti, Junnonen. 2001. Rakennuttaminen. Rakennustieto Oy
- 19 Jouko, Kankainen ja Juha-Matti, Junnonen. 2014. Urakoitsijan Sopimusasiat. Rakennusteollisuus ry, Suomen rakennusmedia Oy.
- 20 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 7. Määrälaskenta (verkkomateriaali). Maaliskuu 2012.. Saatavissa:
http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_7_maaralaskenta.pdf.
- 21 Rähä, Markus. 2011. Tarjouspyynnöstä urakan alkamiseen. Insinööriyö. Satakunnan Ammattikorkeakoulu.
- 22 NCC Rakennus Oy. Toimintajärjestelmä (sisäinen verkkosivu). Viitattu 18.2.2015.
- 23 Lund, Jan. 2014. Tietomallintamisen hyödyntäminen tehtäväsuunnittelussa. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 24 Parkkinen, Ani. 2013. Rakennuksen tietomallien hyödyntämisen edellytykset rakentamisen valmistelu- ja rakennusvaiheessa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto

MALLINHYÖDYNTÄMISEN PROSESSI TARJOUSLASKENTAVAIHEESSA

