



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

HEIKKI UUSITALO
TIETOMALLIPOHJAISEN MÄÄRIENHALLINNAN HYÖDYNTÄMI-
NEN RAKENNUSTUOTANNOSSA
Diplomityö

Tarkastaja: professori Jarmo Laitinen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Rakennetun ympäristön
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
6. maaliskuuta 2013

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Rakennustekniikan koulutusohjelma

UUSITALO, HEIKKI: Tietomallipohjaisen määräinhallinnan hyödyntäminen rakennustuotannossa

Diplomityö, 73 sivua, 23 liitesivua

Maaliskuu 2013

Pääaine: Rakennustuotanto

Tarkastaja: professori Jarmo Laitinen, Tampereen teknillinen yliopisto

Ohjaaja: Diplomi-insinööri Annikki Karppinen, Lemminkäinen Talo Oy

Avainsanat: Rakennuksen tietomalli, määräinhallinta, BIM, arkkitehtimalli, rakennemalli, määrä- ja kustannuslaskenta, aikataulutusta, hankintasuunnittelu

Rakennushankkeissa käytetään yhä enemmän tietomalleja. Suuret rakennusyrietykset, kuten tämän tutkimuksen teettäjä Lemminkäinen Talo Oy, kehittävät jatkuvasti tietomallipohjaista suunnittelua, tuotantoa ja ylläpitoa. Tietomallipohjainen suunnittelu parantaa rakentamisen laatua ja tehokkuutta sekä mahdollistavaa erilaisten suunnitteluvaihtoehtojen vertailemisen tehokkaammin hankkeen alkuvaiheessa. Tietomallien avulla saadaan nopeasti laskettua rakennusosien määrätietoa, jota voidaan käyttää kustannuslaskennassa, aikataulutuksessa, hankinnoissa ja työn suunnittelussa.

Tietomalleista suoritettava määrälaskenta eri käyttötarkoituksia varten vaatii tietomalliohjelmistojen käytön osaamista ja tietoa miten malleista saadaan virheetöntä määrätietoa. Yleisissä tietomallivaatimuksissa (2012) on kuvattu yleisesti tietomallipohjainen määrälaskentaprosessi rakennushankkeen eri vaiheissa, mutta konkreettisia ohjeita määrälaskennan suorittamiseen ei ole kuvattu. Tämän tutkimuksen tavoitteena on esittää yksinkertaiset menettelyohjeet tietomallipohjaiselle määrälaskennalle kustannuslaskentaa, aikataulutusta, hankintoja ja työn suunnittelua varten. Menettelyohjeet pohjautuvat Lemminkäinen Talo Oy Oulun organisaation asuntokohteeseen As Oy Hintankulma.

Tietomallipohjainen määrälaskentaprosessi vaatii eri osapuolilta osaamista ja yhteistyötä entistä enemmän. Esimerkiksi määrä- ja kustannuslaskijan on suoritettava rakennusosien laskenta sijainneittain, jotta määrätietoa voidaan käyttää hyödyksi tuotannon suunnittelussa. Käytännössä määrälaskijat linkittävät rakennusosat kerroksittain ja lohkoittain kustannuslaskentaohjelmaan, jossa rakennusosat hinnoitellaan panoslajien ja –hinnastojen avulla. Kustannuslaskennan määrätiedot linkitetään tuotannon suunnitteluohjelmistoihin, joissa suoritetaan esimerkiksi tarkennettu aikataulutusta ja luodaan hankintapaketit. Tällä tavoin määrälaskentaprosessi tehostuu, kun määrätietoa ei tarvitse laskea uudelleen hankkeen eri vaiheissa.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Department of Civil Engineering

UUSITALO, HEIKKI: Quantity management in building information model based construction project

Master of Science Thesis, 73 pages, 23 Appendix pages

March 2013

Major: Construction management and economics

Examiner: Professor Jarmo Laitinen, Tampere University of Technology

Adviser: M.Sc. Annikki Karppinen, Lemminkäinen Talo Oy

Keywords: BIM, building information model, architect model, structural model, quantity management, cost estimating, scheduling, procurement

Building information models are increasingly used in building projects. Big building companies like Lemminkäinen Talo Oy, which this research is commissioned, continuously developing building information model based design, production and maintenance. Building information model based design improves the quality and efficiency of the building and enabling effectively compare a variety of design options early in the project. Variety information of building blocks can be counted faster and it can be used for cost estimating, scheduling, procurement and work planning.

Quantity management for various uses requires the use of software expertise and knowledge how to get correct quantity information from models. There is general information from building information model based quantity management process, but there is not the specific instruction how to get information from the models. The goal of this study is to present simple codes of conducts in building information model based cost estimating, scheduling, procurement and work planning. Codes of conducts are based on the housing cooperative Hintankulma which is developed by Lemminkäinen Talo Oy Oulu organization.

BIM-based quantity management process requires more expertise and cooperation of the sides of building project. For example quantity and cost estimator have to do calculation by locations for the purpose quantity information can be used in production planning. Quantity and cost estimators link the parts of the building blocks in the cost estimating software's where parts get price loads. After that information data link to scheduling and procurement software's where is carried out advanced scheduling and procurement packages are created. In this way quantity management process calculation is more efficient because there is no need to recalculate many times quantity information.

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on tuotettu Lemminkäinen Talo Oy:lle ja on osa RYM SHOK PRE – ohjelmaan kuuluvaa Model Nova – työpakettia. Diplomityö on tehty osana Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan tutkintoa.

Kiitokset työni ohjaajille ja tarkastajille professori Jarmo Laitiselle (TTY) ja kehityspäällikkö Annikki Karppiselle (Lemminkäinen Talo Oy). Lisäksi erityiskiitokset tietomalliasiantuntijalle Artur Viritille (Lemminkäinen Talo Oy) ja kustannuslaskija Riikka Hannukselalle (Lemminkäinen Talo Oy) asiantuntevista neuvoista ja opastuksista.

Lopuksi haluan kiittää rakasta vaimoani Elisaa kannustuksesta ja tukemisesta.

Kokkolassa 2.4.2013

Heikki Uusitalo

SISÄLLYS

Abstract	iii
Alkusanat	iv
Termit ja niiden määritelmät	vii
1 Johdanto	1
1.1 Tavoitteet ja menetelmät	2
1.2 Työn rajaukset	3
2 Tietomallintamisen nykytila	4
2.1 Rakennuksen tietomalli	4
2.1.1 Arkkitehtimallit	5
2.1.2 Rakennemallit	6
2.1.3 Talotekniikkamallit	7
2.1.4 Yhdistelmämalli	8
2.1.5 Törmäystarkastelut	8
2.2 Tietomallipohjainen rakennushanke	9
2.2.1 Rakennushankkeen eri osapuolet	9
2.2.2 Rakennushankkeen vaiheet	10
2.2.3 Rakennushankkeessa tuotettavat tietomallit	13
2.3 Tietomallipohjainen määräenohjaus	16
2.3.1 Nimikkeistöt	17
2.3.2 Tuotereseptit	20
2.3.3 Tietomalliselostus	20
2.3.4 Määräselostusmenetelmät	21
3 Tutkimus tietomallipohjaisesta määräselostuksesta	24
3.1 Tutkimuksen aineisto ja menetelmät	24
3.2 Tietomallit määräselostuksessa	25
3.2.1 Määräselostuksen puutteet suunnittelussa	25
3.2.2 Mallien käyttö määräselostuksessa	27
3.2.3 Lemminkäisen oma rakennekirjasto	28
3.2.4 Lemminkäisen tavoitelitterakartta	28
3.3 Määrätiedon hallinnassa käytettävät tietomalliohjelmistot	29
3.3.1 Archicad 15	29
3.3.2 Tekla Structures Construction Management 19 beta	30
3.3.3 Tocoman iLink4	35
3.3.4 Tocoman PRO Estimate	36
3.3.5 Tocoman Tuotanto pilotti	38
3.3.6 Tocoman Planner 1.1	39
3.3.7 Solibri Model Checker 7.1	39
4 Case-määräselostus	43
4.1 Case-kohde	43
4.1.1 Mallin puutteet määräselostuksen kannalta	44

4.1.2	Mallin rakennetyypit.....	45
4.1.3	Määrien vertailu ohjelmistojen välillä	46
4.2	Kustannuslaskenta.....	46
4.2.1	Määrien ryhmittely	47
4.2.2	Määrien linkittäminen kustannuslaskentaohjelmaan	50
4.3	Aikataulutus	52
4.3.1	Kustannuslaskennan määrät.....	53
4.3.2	Määrätieto suoraan TCM Planneriin.....	57
4.4	Hankintasuunnittelu	60
4.4.1	Kustannuslaskennan määrät.....	60
4.4.2	Hankintapaketit IFC-mallista.....	62
4.5	Työn suunnittelu	64
5	Tutkimustulosten arviointi	67
5.1	Tutkimuksen onnistuminen	67
5.2	Jatkokehitys.....	68
5.3	Johtopäätökset ja yhteenveto.....	69
	Lähteet.....	70
	Liite 1: Arkkitehtimallin sisältövaatimukset rakennushankkeessa (YTV 2012)	74
	Liite 2: Rakennemallin sisältövaatimukset rakennushankkeessa (YTV 2012).....	77
	Liite 3: Talotekniikkamallin sisältövaatimukset rakennushankkeessa (YTV 2012).....	82
	Liite 4: Haastattelukysymykset	90
	Liite 5: Arkkitehti ja rakennemallista laskettavat määrät	91
	Liite 6: Määrälaskentaprosessi	92
	Liite 7: Yhteenveto menettelyohjeista	95

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

4D	4D = 3D + aika, eli ajallisen määrätiedon linkittäminen tietomallin rakennusosiin tai objekteihin. (proIT, Rakennuksen tuotemallintamisen sanasto)
Attribuutti	Attribuuteilla kuvataan objektien ominaisuuksia. Esimerkiksi rakennusosalle voidaan määrittellä nimi, pituus, paino, hinta-attribuutti. (proIT, Rakennuksen tuotemallintamisen sanasto.)
BIM	Building Information Model. Ks. rakennuksen tietomalli.
Express-palvelin	Express-palvelimen avulla siirretään esimerkiksi määrä- ja kustannuslaskennassa tuotettuja tietoja muihin järjestelmiin.
IFC	Industry Foundation Classes (IFC) on tietomalliohjelmistojen yhtenäinen tietomallien kuvaamistapa. IFC-tiedostona malleja voidaan siirtää ohjelmistosta toiseen. (buildingSMART.)
IFC 2x3	Tällä hetkellä ohjelmistoissa ja mallien tiedonsiirrossa yleisesti käytössä oleva IFC-versio, vaikka kehittyneempi IFC 4 on jo julkistettu. (buildingSMART.)
Natiivimalli	Suunnittelussa (tietomallinnuksessa) käytettävän ohjelmiston oma tiedostomuoto.
Olio	Tarkoittaa samaa kuin objekti. ks. objekti.
Objekti	Tietomallissa olevat rakennusosat ovat objekteja, joille voidaan antaa erilaisia attribuutteja, eli arvoja.
Parametrinen malliosa	Parametrisiin malliosiin sisältyy numeerisesti määritettäviä ominaisuuksia, jotka mahdollistavat saman osan monta ilmentymää. (YTV 2012 osa 7, s. 19)
Rakennuksen tietomalli	Rakennuksen tietomallilla tarkoitetaan digitaalisessa muodossa olevaa rakennuksen elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta. Rakennuksen tietomalli muodostuu rakennusosista, tuotteista ja tuotteiden ominaisuuksista.

RYM SHOK PRE	PRE on RYM Oy:n ensimmäinen tutkimusohjelma (Built Environment Process Re-engineering), jonka tavoitteena on luoda kiinteistö-, rakennus-, ja infra-alalle täysin uusia toimintatapoja ja liiketoimintamalleja. Tutkimusohjelma toteutetaan vuosina 2010–2013. (RYM Oy PRE)
Mesta	Lemminkäinen Talo Oy:n tavoitearvion seurannassa käytettävät ohjelma.
Model Nova	PRE-ohjelman Model Nova -työpaketin (New Business Model based on Process Network and Building Information Modeling, BIM) tavoitteena on tuottaa tietomallintamista hyödyntävä ja kestävä kehitystä tukeva rakennetun ympäristön liiketoimintamalli ja toimintakulttuuri. (RYM Oy Model Nova)
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on COBIM kehittämissankkeen tulos. YTV 2012 sisältää 14 osaa, joissa on määritelty tietomallinnusohjeet rakennusprosessin eri vaiheille. (YTV 2012 osat 1-14)

1 JOHDANTO

Nykyisessä määrälaskennassa tehdään paljon päällekkäistä ja turhaa työtä. Määriä lasketaan uudelleen hankekehityksen, suunnittelun, rakentamisen sekä ylläpidon aikana. Määrälaskentatiedon tarkkuus riippuu laskijasta ja voi vaihdella paljonkin eri laskentavaiheiden aikana. Tietomallipohjaisen määrälaskennan avulla saadaan kohteen määriä tarkemmin ja nopeammin eri tarkoitusta varten. Määrälaskentavaiheet voidaan suorittaa tehokkaammin ja mallista saatavaa määrätietoa voidaan käyttää tuotannossa paremmin hyödyksi.

Tutkimuksessa selvitetään rakennustuotannon tietomallipohjaisen määrälaskennan nykytilaa ja käyttöä todellisissa kohteissa. Tulosten perusteella laaditaan menettelyohjeet tietomallipohjaiselle määräinhallinnalle kustannuslaskentaa, hankintoja, aikataulusuunnittelua ja työn suunnittelua varten. Tutkimuksessa keskitytään tietomallipohjaisen määräinhallinnan ongelmakohtiin ja näille pyritään löytämään mahdollisimman yksinkertainen toimiva ratkaisu.

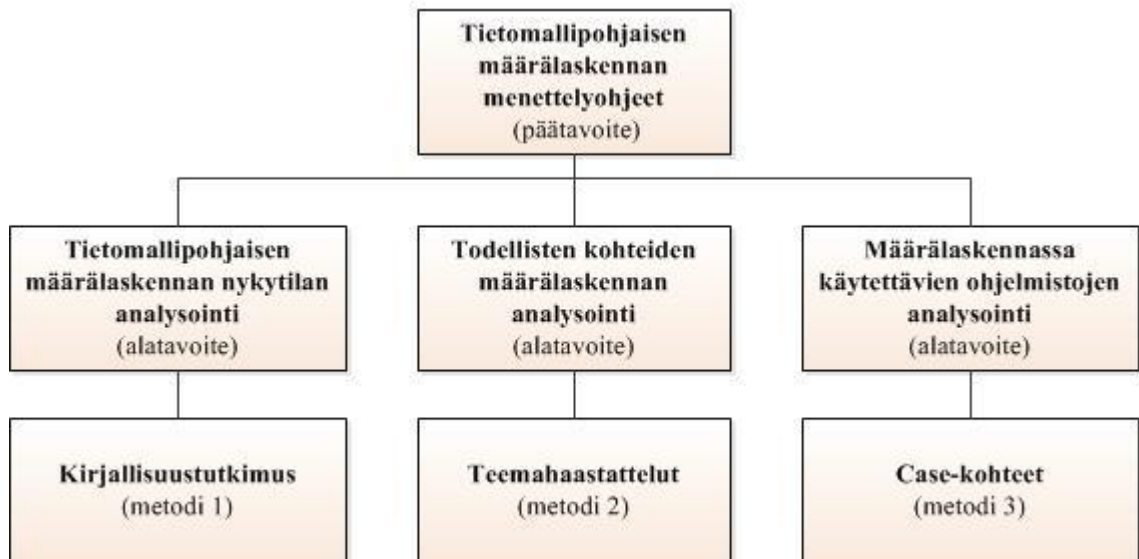
Tutkimus on tuotettu Lemminkäinen Talo Oy:lle ja tulee olemaan osana, vuosina 2010–2013 toteutettavaa, RYM SHOK PRE (Built Environment Process Re-engineering) –ohjelmaan kuuluvaa, Model Nova-työpakettia (New Business Model based on Process Network and Building Information Modeling, BIM). Työpaketin tavoitteena on tutkia tietomallien avulla saatavaa lisäarvoa sekä asiakkaiden että rakennusalan toimijoiden näkökulmasta sekä tuottaa liiketoimintamalli ja toimintakulttuuri, joissa hyödynnetään tietomalleja sekä kestävää kehitystä. Model Nova – työpaketissa ovat mukana veturiyri-tyksenä Senaatti-kiinteistöt, Finnmap Consulting Oy, Insinööritoimisto Granlund Oy, NCC Oy, Arkkitehtitoimisto Perko Oy, Pöyry CM Oy, SRV Group, Tietoa Finland Oy sekä Lemminkäinen Talo Oy. (<http://www.rym.fi/tutkimus-ohjelmat/PRE/moselnova/>)

Tutkimus tulee olemaan jatkoa Ville Niskakankaan diplomityölle (tutkimus loppusuoralla tätä työtä kirjoitettaessa), Tietomallinnetun rakennushankkeen suunnittelun ohjaus. Niskakangas esittää tutkimuksessaan tietomallipohjaisen suunnittelunohjauksen menettelyohjeet. Tämä tutkimus pohjautuu Lemminkäiselle aikaisemmin tuotetuille Harri Niemen sekä Mikko Mäläskän diplomitoille. Harri Niemi käsittelee tutkimuksessaan tietomallien käyttöä elinkaarihankkeiden suunnittelu- ja toteutusvaiheissa. Mikko Mäläskä puolestaan elinkaarihankkeen ylläpitomallia. Lisäksi samanaikaisesti on tekeillä Antti Halosen diplomityö Rakennemallien hyödyntämisestä rakennustuotannossa.

1.1 Tavoitteet ja menetelmät

Tietomallipohjaisesta määrälaskennasta on jo jonkin verran olemassa yleistä tietoa, mutta konkreettisia ja yksinkertaisia ohjeita on todella vähän. Tietomalleja on käytetty Lemminkäisellä kymmenissä projekteissa yli 8 vuoden ajan, mutta harvat osaavat todellisuudessa käyttää niitä hyödykseen. Tämä tutkimus kannattaa tehdä, koska sen tarkoituksena on ohjeistaa mahdollisimman konkreettisesti tietomallien käyttöä määräenhalinnassa ja siihen liittyvissä toiminnoissa.

Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää Lemminkäisen tietomallipohjaiselle määräenhallinnalle toimintaohjeet kustannuslaskentaa, hankintaa, aikataulusuunnittelua sekä tuotannon suunnittelua varten. Alatavoitteina syntyvät tietomallipohjaisen määrälaskennan nykytilan analysointi kirjallisuustutkimuksen avulla, todellisten kohteiden määrälaskennan analysointi teemahaastattelujen pohjalta, sekä määrälaskentaohjelmistojen analysointi case-kohteiden avulla (kuva 1.1.).



Kuva 1.1. Tutkimuksen tavoitteiden ja metodien hierarkia.

Tutkimus koostuu kirjallisesta osuudesta ja empiirisestä osuudesta. Kirjallinen osuus pohjautuu pääasiassa yleisiin tietomallivaatimuksiin ja aikaisempiin diplomitoihin. Empiirisen osuuden aineisto kootaan Lemminkäisen asiantuntijoille tehtävillä puolistrukturoiduilla teemahaastatteluilla, joiden avulla selvitetään tietomallipohjaisen määrälaskennan nykytilaa todellisissa kohteissa. Teemahaastattelujen lisäksi käydään henkilökohtaista kommunikaatiota Lemminkäisen ja tietomalliohjelmistojen asiantuntijoiden kanssa.

Tietomallipohjaisen määräenhallinnan menettelyohjeet tehdään case-määrälaskentaan pohjautuen, joka suoritetaan Lemminkäinen Talo Oy Oulun asuntokohteelle As Oy Hintankulma. Menettelyohjeiden konkreettisessa kuvauksessa käytetään apuna yrityksen käytössä olevia ohjelmistoja, ohjeita ja todellisten kohteiden määrälaskentatietoja.

1.2 Työn rajaukset

Tutkimuksessa käsitellään Lemminkäinen Talo Oy:n rakennustuotannon näkökulmasta tietomallipohjaista määräinhallintaa kustannuslaskennassa, keskitetyissä hankinnoissa, aikataulusuunnittelussa sekä sijaintikohtaisessa työn suunnittelussa.

Kustannuslaskennassa selvitetään miten ja mitä määrätietoa malleista saadaan, sekä miten määrätietoa siirretään kustannuslaskentaohjelmaan. Panosten ja panoslajien kustannuksiin ei tässä työssä oteta kantaa. Aikataulutuksen ja hankintojen osalta selvitetään miten kustannuslaskennan määrätietoa voidaan käyttää hyödyksi aikataulutuksessa ja hankinnoissa ja miten määrätietoa siirretään aikataulusuunnittelu- ja hankintasuunnitteluohjelmiin.

Määrälaskennassa keskitytään arkkitehtimalleihin ja osittain rakennemalleihin. Antti Halonen tekee tämän tutkimuksen ohella diplomityötä rakennemallien käytöstä tuotannossa, jossa esitetään tarkemmin rakennemallista suoritettava määrälaskenta. Talotekniikkamalleja ja yhdistelmämallia käsitellään yleisesti.

Tutkimukseen eivät kuulu tietomallipohjainen suunnittelu tai sen ohjaus sekä kohteen käytön ja ylläpidon tietomallit. Lähtökohtana on, että suunnittelun aikainen tietosisältö rakennekirjastoineen on jo valmiina ja mallit on laadittu ohjeiden mukaisesti ja tarkistettu siten, että määriin voidaan luottaa.

2 TIETOMALLINTAMISEN NYKYTILA

Tietomallintamisen nykytila – luvussa esitetään yleistä tietoa erilaisista tietomalleista ja niiden käyttötarkoituksesta, sekä tietomallien hyödyntämisestä rakennushankkeessa. Lopuksi esitetään tietomallipohjaisen määräenhallinnan perusteita ja määrälaskennassa käytettäviä menetelmiä.

2.1 Rakennuksen tietomalli

Yleisten tietomallivaatimusten (2012) mukaan rakennuksen tietomallinnuksella tarkoitetaan kolmiulotteisuuteen perustuvaa suunnittelua, jossa malliin on sisällytetty myös tietoa. Tietomallinnus mahdollistaa erilaisten mallien yhdistelyn ja niiden tarkastelun. Mallinnuksen tavoitteena on parantaa suunnittelun ja rakentamisen laatua sekä tukea työturvallisuuden, tehokkuuden ja kestäväen kehityksen mukaista hanke- ja elinkaari-prosessia. Rakennushankkeessa voidaan hyödyntää tietomallinnusta rakennuksen koko elinkaaren ajan, lähtien suunnittelusta ja sen ohjauksesta jatkuen aina rakentamisaikaiseen sekä käytön ja ylläpidon aikaiseen tietomallien käyttöön. (RT 10-10992 2010; YTV 2012 Osa 1.)

Rakennuksen tietomallilla tarkoitetaan joko alkuperäistä natiivimallia tai siitä tuotettua IFC-mallia (Kuva 2.1.). Rakennusprojektissa käytettävien tietomalliohjelmien on oltava vähintään IFC 2x3 sertifioituja, ellei muuta ole sovittu. Tiedonsiirron testaus tehdään aina ennen ohjelmaversioiden päivittämistä uuteen, jotta varmistetaan eri osapuolten ohjelmistojen yhteensopivuus. (YTV 2012 osa 1. s.6)



Kuva 2.1: Rakennuksen tietomallilla tarkoitetaan joko alkuperäistä mallia tai siitä tuotettua IFC-mallia. Alkuperäisestä natiivimallista tuotetaan suunnitteludokumentit. (YTV osa 6. s.3)

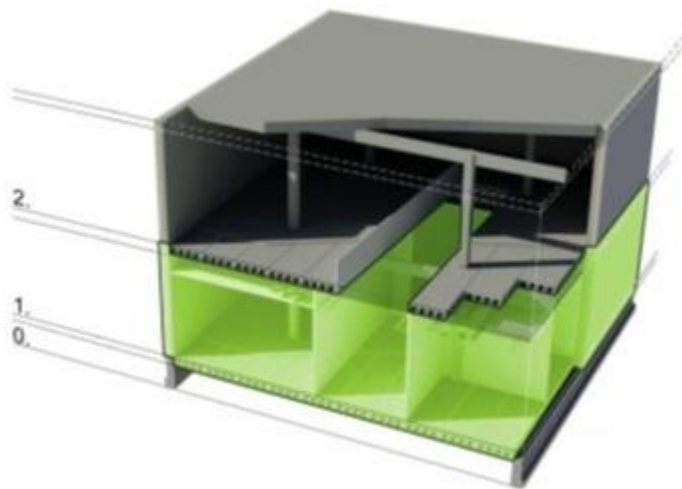
Tietomallien tiedonsiirtoformaatteina käytetään IFC-tiedostoja sekä käytettävien mallinnusohjelmien omia natiivimalleja. Suunnittelijan jakaessa tietomalleja projektin eri osapuolille mallista poistetaan siihen kuulumattomat tasot ja mallinnuskomponentit, eikä mallissa saa esiintyä referenssinä käytettyjä muiden suunnittelijoiden malleja. Poikkeuksena korjausrakentamisessa käytettävä inventointimalli, josta arkkitehti määrittää suunnitelmamallien pohjan. (YTV 2012 osa 1. s.6)

2.1.1 Arkkitehtimallit

Rakennushankkeessa erityisen tärkeää on arkkitehtimallin huolellinen suunnittelu ja tekninen toteutus, koska arkkitehtimalli määrittää muille rakennuksen tietomalleille pohjan. Arkkitehtimalli täydentyy rakennusvaiheiden edetessä alkaen tarveselvitysvaiheen mallista jatkuen hankesuunnitelma-, ehdotussuunnitelma-, yleissuunnitelma-, toteutusmallin kautta aina toteumamalliin asti. (YTV 2012 osa 3.)

Yleiset tietomallivaatimukset (2012) määrittävät arkkitehtimallille sisältövaatimukset. Mallinnuksessa on käytettävä eri rakennusosille omia mallinnustyökaluja, esimerkiksi ulkoseinä on mallinnettava seinätyökalulla. Erikoistapauksissa ohjeesta poikkeava mallinnusmenetelmä on dokumentoitava tietomalliselostukseen. Rakennusosat mallinnetaan sijainniltaan, tyyplitään, nimeltään ja geometrialtaan niin, että ne voidaan siirtää eri osapuolten ohjelmistoihin. (YTV 2012 osa 3. s.5)

Rakennushankkeessa arkkitehti määrittää viimeistään tilamallinnusta aloitettaessa kohteelle lopullisen koordinaatiston. Kunnan ja laaditun koordinaatiston suhde tulee dokumentoida tietomalliin. Rakennus ja tontti mallinnetaan samaan koordinaatistoon sekä sijoitetaan koordinaatiston positiiviselle alueelle ja lähelle origoa. Koordinaatiston määrittämisen jälkeen yhteensopivuus testataan eri suunnittelijoiden kesken. Tietomallisuunnitelmien analyysien ja hallinnoimisen helpottamiseksi mallinnus tehdään kerroksittain (kuva 2.2). (YTV 2012 osa 3.)



Kuva 2.2: Arkkitehtimallissa kerrokseen sisältyy lattiatason laatta pintarakenteineen sekä alaslasketut sisäkatot ja yläpuoliset akustoivat rakenteet. (YTV 2012 osa 3. s.6)

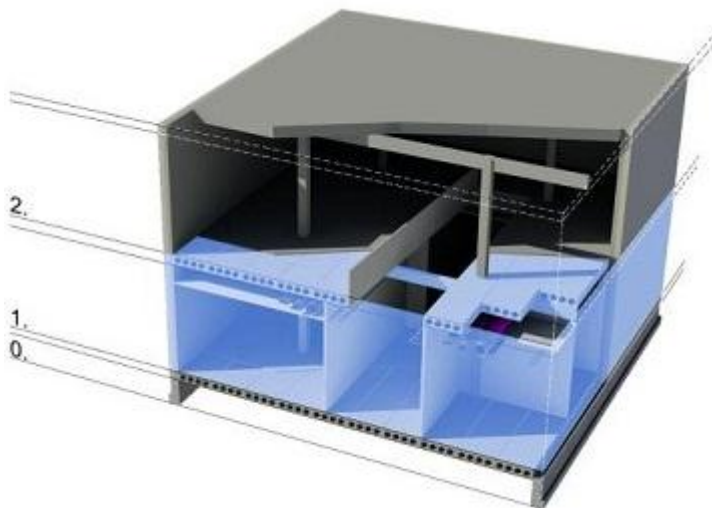
Mallinnuksen tarkkuustasoon vaikuttavat hankkeen vaiheet sekä tietomallien käyttötarkoitus. Tarkkuustasosta sovitaan hankkeen eri osapuolten kesken. (YTV 2012 osa 3.) Yleisten tietomallivaatimusten (2012) mukaan eri tarkkuustasojen käyttötarkoitukset ovat seuraavat:

- **Taso 1:** kommunikaatio ja yhteistyö suunnittelijoiden välillä onnistuvat
- **Taso 2:** voidaan suorittaa energia-analyysyjä ja määrälaskentaa
- **Taso 3:** työmaan aikataulus ja hankinnat onnistuvat mallien pohjalta (YTV 2012 osa 3. s.7)

Vaatimustaso 1:ssä sijainti ja geometria mallinnetaan vaatimusten mukaisesti ja rakennusosat nimetään kuvaavasti. Taso 2:ssa sijainnit, geometria, rakennetyypit ja tuoteosat on mallinnettu vaatimusten mukaisesti. Taso 3:ssa sijainti, geometria sekä hankintatiedot ovat attribuutteina rakennusosissa. (YTV 2012 osa 3.) Arkkitehtimallin sisältövaatimukset hankkeen eri vaiheissa on esitetty liitteessä 1.

2.1.2 Rakennemallit

Yleisten tietomallivaatimusten (2012) mukaan rakennemallilla (kuva 2.3.) tarkoitetaan kaikkien kantavien rakenteiden ja ei-kantavien betonirakenteiden mallinnusta, sekä kooltaan ja sijainniltaan merkityksellisten rakennustuotteiden mallinnusta. Rakenteet mallinnetaan käyttäen osaan sopivaa mallinnustyökalua, esimerkiksi seinäelementit mallinnetaan seinätyökalulla. Lisäksi rakennusosan sijainnin, tyyppin ja geometrian on siirryttävä rakennusosan mukana. Mallin siirtämiseen käytetään IFC-formaattia tai mallin natiivimuotoa. (YTV 2012 osa 5.)



Kuva 2.3: Rakennemallissa kerrokseen sisältyy yläpuoliset vaakarakenteet. Alapohjalaatta kuuluu perustustasoon. (YTV 2012 osa 1. s.9)

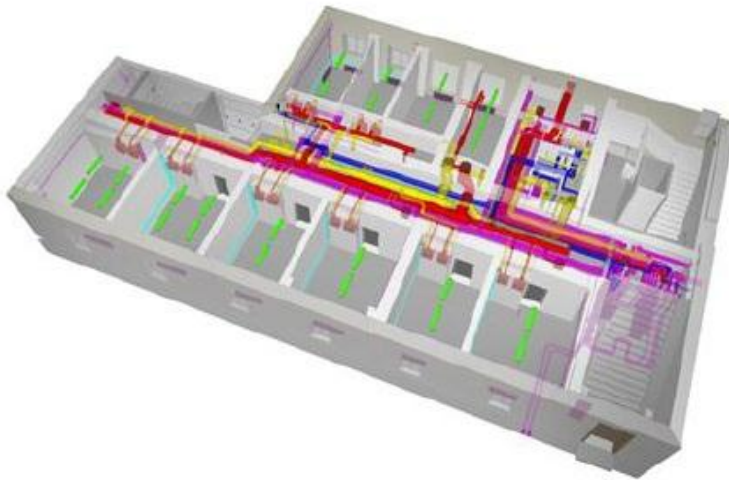
Rakennesuunnittelija määrittää mallissa käytettävät rakennetyypit, joita arkkitehti käyttää rakennusosamallissa. Rakennuksen mallintaminen suoritetaan kerroksittain ja lohkoittain arkkitehdin määrittämään koordinaatistoon. Rakenteet nimetään ja numeroidaan

loogisesti projektin eri osapuolten sopimalla tavalla, jotta esimerkiksi määrälaskentaa voidaan suorittaa ongelmitta. Kohteen rakennusosien valmiusasteet ja poikkeavuudet ovat kirjattava tietomalliselostukseen. (YTV 2012 osa 5.)

Rakennemalleja luovutettaessa muiden osapuolten käyttöön niissä ei esitetä muiden suunnittelijoiden malleja, vaan ne sisältävät pelkästään rakennesuunnittelijan mallintamia objekteja. (YTV 2012 osa 5.) Rakennemallin sisältövaatimukset hankkeen eri vaiheissa on esitetty liitteessä 2.

2.1.3 Talotekniikkamallit

Niemen (2011) mukaan talotekniikkamalli sisältää rakennuskohteen lämpö-, vesi-, ilmanvaihto-, automaatio- sekä sähkö- ja muut talotekniset järjestelmät. Kuvassa 2.4. on esitetty talotekniset järjestelmät yhdistelmämallissa eri väreillä havainnollistamisen vuoksi. Lisäksi mallissa esitetään taloteknisten järjestelmien ja laitteiden vaatimat varaukset, eristeet ja muuta taloteknisten laitteiden vaatimaa tietosisältöä. Talotekniikkamalleja käytetään eri järjestelmien mitoittamiseen ja kohteen talotekniikka-analyysissä. Rakennesuunnittelija käyttää talotekniikkamalleissa määritettyjä reikävarauksia oman mallinsa lähtötietona. (YTV 2012 osa 4.)

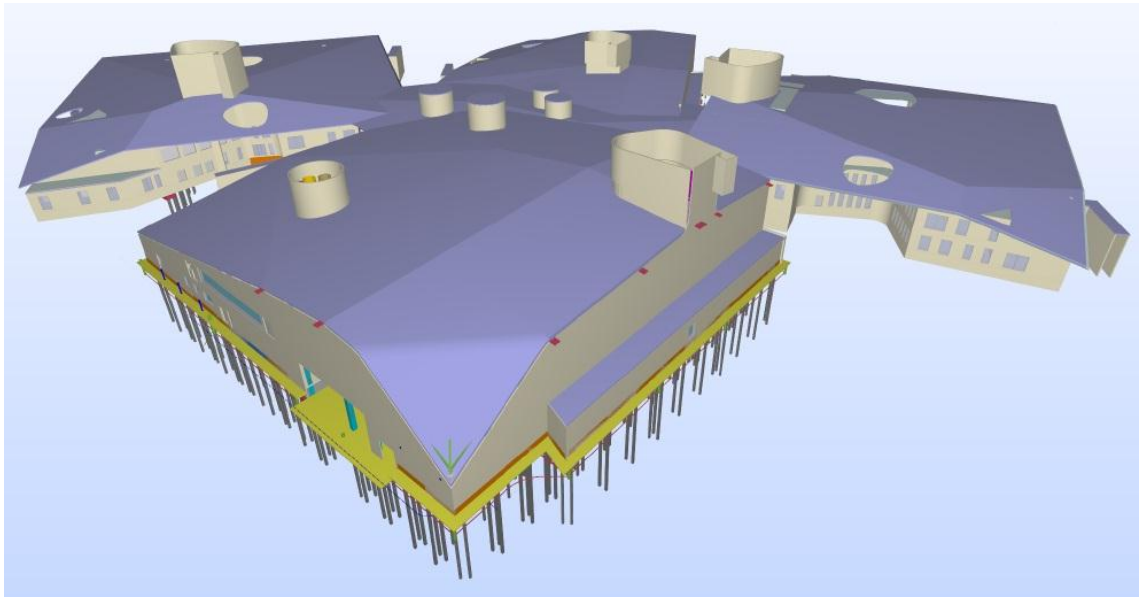


Kuva 2.4: Talotekniikkajärjestelmät esitetään yhdistelmämallissa eri väreillä. (YTV 2012 osa 8. s.11)

Mallinnus suoritetaan sovittuun koordinaatistoon todellista vastaavilla komponenteilla, esimerkiksi muoviputki mallinnetaan muoviputkiobjektilla. Pääjärjestelmät tulee jakaa osajärjestelmiin, jotta määrälaskentaa voidaan suorittaa kullekin osajärjestelmälle muista riippumatta. Talotekniikkamalleja julkistettaessa ei niissä saa esiintyä muiden suunnittelualojen malleja, vaan ne saavat sisältää ainoastaan talotekniikkasuunnitelmiin kuuluvia objekteja. Mallien tiedonsiirto sovellusten välillä tapahtuu IFC-muodossa tai mallin natiivimuodossa, ellei projektikohtaisesti muuta sovita. (YTV 2012 osa 4.) Talotekniikkamallin sisältövaatimukset hankkeen eri vaiheissa on esitetty liitteessä 3.

2.1.4 Yhdistelmämalli

Rakennuskohteen tietomalli voi koostua useista erilaisista tietomalleista, joiden yhteensovittaminen onkin koko rakennusprosessin tärkeimpiä tehtäviä. Mallien yhteensovittamisen törmäystarkasteluineen suorittaa tietomallikoordinaattori, joka voi olla pääsuunnittelija tai erikseen nimetty henkilö. Tietomallikoordinaattori vastaa mallien yhteensovittamisesta ja koordinoinnista ja laatii kohteelle tietomallinnussuunnitelman sekä selvittää eri osapuolten mallinnustehtävät, vastuut ja velvoitteet. Mallien yhdistäminen tehdään IFC-muotoisten tiedostojen avulla. Tarvittavat korjaukset tehdään kuitenkin aina alkuperäismalleihin. (YTV 2012 osa 11.). Kuvassa 2.5. on esitetty Lemminkäinen PPP Oy:n elinkaarihankkeen Kastellin monitoimitalon yhdistelmämalli.



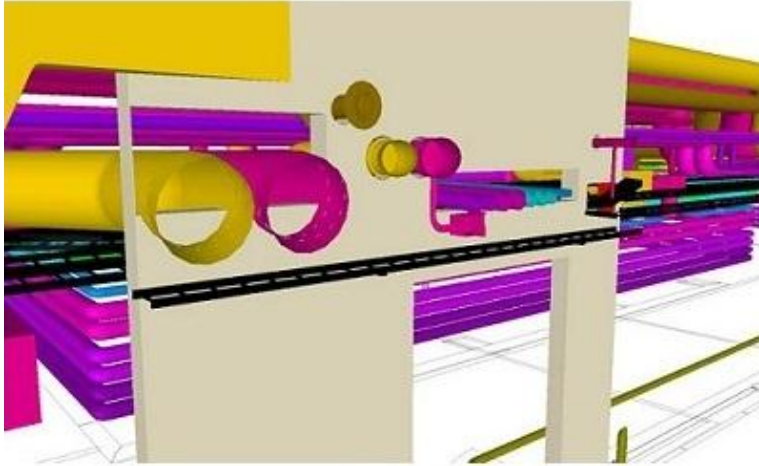
Kuva 2.5: Kastellin monitoimitalon yhdistelmämalli.

Yhdistelmämallissa osamallit yhdistetään yhdeksi kokonaisuudeksi. Eri alojen suunnittelijoiden on noudatettava mallinnukselle asetettuja vaatimuksia, jotta mallit voidaan yhdistää. Esimerkiksi eri osamallien koordinaatistot, sijainnit ja mallinnusmenetelmät on oltava yhteneviä. Yhdistelmämallia voidaan käyttää suunnittelun laadunvarmistuksessa, havainnollistamisessa, määrä- ja sijaintitiedon hallinnassa sekä suunnitteluratkaisujen kommentoinnissa ja viestinnässä. (Niemi 2011, s.27)

2.1.5 Törmäystarkastelut

Aikaisemmin törmäystarkastelut on tehty manuaalisesti vertailemalla 2-ulotteisia suunnitteluratkaisuja keskenään. Tämäntyyppinen menetelmä on hidasta ja virhealttiimpaa, kuin tietomalleista suoritettavat törmäystarkastelut, jotka suoritetaan ohjelmallisesti säännöstöihin perustuen. Säännöstöjen avulla tarkastaminen voidaan kohdistaa tiettyihin rakenteisiin ja järjestelmiin sekä vaatimuksiin. Esimerkiksi määrälaskennalle on olemassa oma säännöstö, joka havaitsee mallista puutteet ja ongelmakohdat määrälaskennan vaatimusten mukaisesti. (Eastman et al. 2008)

Tietomalleista suoritettavat törmäystarkastelut voidaan suorittaa käyttämällä suunnitteluohjelmistoa (usein pelkäästään visuaalisella tarkastuksella) tai mallit voidaan siirtää erilliseen törmäystarkasteluohjelmistoon. Erilliset törmäystarkasteluohjelmat (kuva 2.6.) tunnistavat paremmin ongelmakohtia, mutta puutteita ei voida korjata suoraan malliin, vaan korjaus on suoritettava varsinaisessa mallinnusohjelmassa. (Eastman et al. 2008)



Kuva 2.6: Erillisellä tarkastusohjelmalla voidaan suorittaa esimerkiksi talotekniikkamallin ja rakennemallin törmäystarkastelu. (YTV 2012 osa 6. s.10)

Tietomalleista suoritettavat törmäystarkastelut vähentävät suunnitteluristiriitaisuuksia, lisäävät tuotannon tehokkuutta ja havainnollistavat mahdollisia ongelmakohtia toteutuksen osalta. Luotettavan törmäystarkastelun vaatimuksena on, että tietomalli on mallinnettu sovittuun tarkkuuteen. (Eastman et al. 2008)

2.2 Tietomallipohjainen rakennushanke

Vakkilaisen (2009) mukaan tietomallipohjainen suunnitteluprosessi lisää tiedon määrää rakennushankkeen alussa ja mahdollistaa rakennushankkeen läpiviennin ja hallinnan tehokkaammin. Tietomallipohjainen rakennushanke vaatii tehokasta ja joustavaa yhteistyötä sekä osapuolten välistä luottamusta ja tiedonsiirron avoimuutta.

2.2.1 Rakennushankkeen eri osapuolet

Onnistuneessa tietomallihankkeessa ei ole yhtä ainoaa vastuunkantajaa, vaan edut ja riskit sidotaan ja jaetaan eri osapuolten kesken. Osapuolet työskentelevät erillään, mutta määritellyin ajan jakson välein osapuolten mallit ja suunnitelmat yhtenäistetään. (RT 10-10992 2010). Seuraavassa on esitetty lyhyesti miten rakennushankkeen eri osapuolet voivat hyödyntää tietomallinnusta ja siihen liittyviä toimintoja.

Tilaaaja ja kiinteistön omistaja

Tilaaaja voi käyttää tietomallista tuotettavia havainnollistuksia ja analyysitietoa projektin alkuvaiheessa päätöksenteon tukemiseen. Analyysitietoa ovat esimerkiksi alustavat kustannusarviot, olosuhde-, energia- ja elinkaarianalyysit. Tietomallien havainnollistusten

avulla voidaan arvioida helpommin suunnitelmien toiminnallisuutta ja vertailla erilaisia suunnitteluratkaisuja. Lisäksi kiinteistön omistaja voi käyttää tietomallia kiinteistönpidon suunnittelun ja ylläpidon työkaluna. (Vakkilainen 2009, s.124)

Rakennuttaja

pystyy tietomallin avulla tuottamaan nopeasti ja luotettavasti projektinhallinnassa käytettävää määrätietoa esimerkiksi aikataulusuunnittelua ja kustannussuunnittelua varten. Tietomallia voidaan hyödyntää lisäksi päätöksenteossa, projektinhallinnassa ja suunnittelunohjauksessa. (Vakkilainen 2009, s.124)

Suunnittelijat

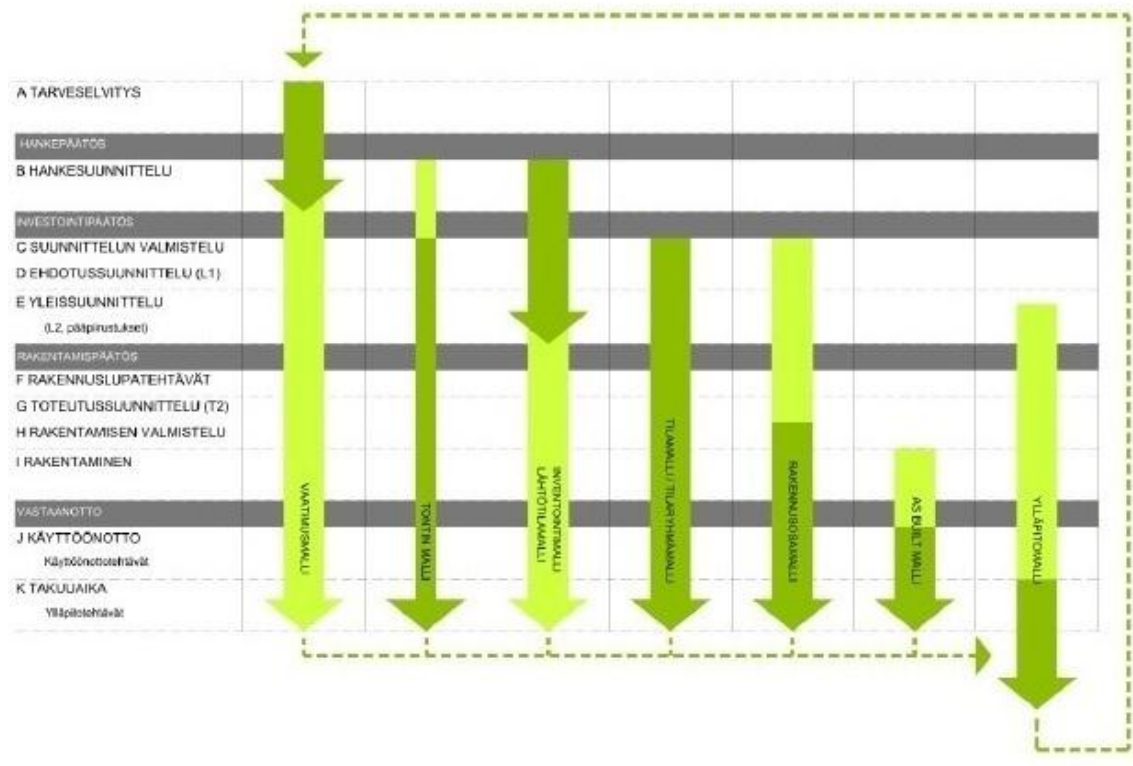
Tietomallinnettavassa hankkeessa suunnittelijoiden välinen yhteistyö korostuu. Suunnittelijat tuottavat omat tietomallinsa pääsuunnittelijan ja/tai tietomallikoordinaattorin ohjeiden mukaisesti, jolloin pääsuunnittelija/tietomallikoordinaattori voi yhdistää suunnittelualojen mallit yhdistelmämalliksi ja suorittaa sille törmäystarkastelun. Tällöin suunnitelmien ristiriitaisuudet voidaan löytää helpommin, jolloin myös suunnitelmien laatu paranee. Suunnitelmien laadun paraneminen vaikuttaa puolestaan vähentävästi työmaan epäselvyyksiin sekä lisä- ja muutostöihin, jolloin tuotannon tehokkuus paranee. Tietomallista saadaan tuotettua ristiriidattomia suunnitteludokumentteja ja erilaisia analyyseja ja suunnitelmadokumenttien tueksi. (Vakkilainen 2009, s.124)

Urakoitsijat ja tavarantoimittajat

Urakoitsijat saavat tietomallista tarkkaa määrätietoa kustannustenhallintaa, työmaan aikataulutusta, hankintoja ja työn suunnittelua varten. 3-ulotteisen tietomallin avulla urakoitsijan on helpompi havainnollistaa miten työ tulee suorittaa ja missä järjestyksessä. Tietomalliin voidaan mallintaa todellista rakennusosaa vastaavaa tuoteosatietaa, jolloin rakennusosien hankkiminen selkeytyy ja tavarantoimittajat toimittavat suunnitelmia vastaavan rakennusosan. (Vakkilainen 2009, s.124)

2.2.2 Rakennushankkeen vaiheet

Tietomallipohjainen rakennushanke käsittää käynnistysvaiheen, suunnitteluvaiheet, rakentamisvaiheen sekä käyttö- ja ylläpitovaiheen. Käytännössä eri hankevaiheet, erityisesti suunnittelu ja rakennusvaihe, limittyvät yleensä keskenään, tiukentuneista projekti-aikatauluista johtuen. (Aho 2010, s.9). Kuvassa 2.7. on esitetty tietomallipohjaisen rakennushankkeen kulku sekä hankkeen tietomallirakenne.



Kuva 2.7: Kuvassa on esitetty yleisen rakennushankkeen tietomallirakenne alkaen tarveselvityksestä päättyen käyttöön ja ylläpitoon. (YTV 2012 osa 3. s.10)

Mäläskän (2011) mukaan tietomalleihin perustuvissa hankkeissa tavoitteena on, että suunnitteluratkaisuja ja niiden toimivuutta voidaan analysoida eri suunnitteluvaiheissa, sekä eri suunnitteluvaiheissa saavutettu digitaalinen tieto on käytettävissä koko elinkaarren aikana.

Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa selvitetään hankkeen tarpeellisuutta, edellytyksiä ja toteuttamismahdollisuuksia. Tarveselvitysvaiheessa laaditaan alustava vaatimusmalli. Arkkitehdin tilavaatimuksia voivat olla esimerkiksi tilan käyttö ja käyttäjät tai tilan nettoalatarve. Rakennesuunnittelijan ja talotekniikkasuunnittelijoiden vaatimusmallit voivat sisältää esimerkiksi käytettävät määräykset ja ohjeet. Vaatimusmallista saadaan suunnittelun sekä kustannuslaskennan lähtötietoja. Tarveselvityksen seurauksena syntyy hankesuunnittelupäätös. (YTV 2012 osat 1-6, 11.)

Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa kartoitetaan hankkeen toteuttamismahdollisuuksia, toteuttamistarpeita ja vaihtoehtoisia toteutusmenetelmiä. Hankesuunnitelmavaiheessa organisoitetaan suunnittelu, pidetään mahdolliset suunnittelukilpailut, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan käytettävät suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset. Lisäksi hankkeelle asetetaan laajuus-, aikataulu-, kustannus-, ympäristö-, toiminnallisuus- ja erityistavoitteet. Arkkitehdin malli ei vielä välttämättä omaa geometrista tai graafista

muotoa, vaan se voi olla esimerkiksi tietokanta- tai taulukkomuotoinen, kuten tarveselvitysvaiheessa. Rakenne- ja talotekniikan vaatimusmalleja ei yleensä vielä ole käytössä. Hankesuunnittelun pohjalta tehdään investointipäätös. (YTV 2012 osat 1-6, 11.)

Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa etsitään vaihtoehtoisilla suunnitelmissa sopivaa yleisratkaisua. Arkkitehti laatii kohteesta tilamallin, jonka avulla tutkitaan vaihtoehtoisia suunnittelu- ja kustannusratkaisuja sekä voidaan tarvittaessa tehdä erilaisia analyysejä ja simuloituja. Energia-analyysejä varten ikkunat ja tiloja ympäröivät seinät tulee olla yksinkertaisesti mallinnettuna. Tilamallissa tilat jaetaan toiminnallisiin tiloihin ja esitetään rajaavine seinineen. Rakennesuunnittelija arvioi eri suunnitteluvaihtoehtojen toteutuskelpoisuutta ja laatii kohteesta alustavan rakennusosamallin arkkitehtimallin pohjalta. Talotekniikkasuunnittelijat käyvät arkkitehdin kanssa läpi tarvittavat talotekniset tilavaraukset ja laativat alustavat järjestelmämallit, joissa esitetään järjestelmien pääreitit, tilaa vievät kanavat ja johtoreitit. Lisäksi talotekniikkasuunnittelijat suorittavat tarvittaessa energia- ja olosuhdesimuloituja. Hankesuunnittelun lopputuloksena syntyy investointipäätös. (RT 10-10387 1989; YTV 2012 osat 1-6, 11.)

Yleissuunnittelu

Luonnossuunnittelu- eli yleissuunnitelmavaiheen aikana ehdotussuunnitteluvaiheessa valittua perusratkaisua lähdetään kehittämään tarkemmaksi, jolloin mallit tarkentuvat toteuttamiskelpoisiksi. Luonnossuunnitteluvaiheessa arkkitehti laatii kohteesta alustavan rakennusosamallin, joka sisältää rakennuslupa- ja tarvittavat dokumentit eli vastaa tarkkuustasoltaan viranomaisvaatimuksia. Luonnossuunnitteluvaiheen arkkitehtimallin pohjalta rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijat varmistavat kantavien rakenteiden ja talotekniikan järjestelmien yhteensopivuuden sekä määrittävät alustavat tyyppiratkaisut ja niiden tilavaraukset. Rakennemallit ja talotekniset mallit mallinnetaan sillä tarkkuudella, että niitä voidaan käyttää muiden suunnittelualojen yhteensovittamiseen. Yleissuunnittelun lopputuloksena syntyy rakentamispäätös. (YTV 2012 osat 1-6, 11.)

Hankintoja palveleva suunnittelu ja toteutussuunnittelu

Hankintoja palvelevassa suunnittelussa ja toteutussuunnittelussa suunnitelmat ja rakennusosamallit tarkentuvat tarjouspyyntöjen vaatimaan tarkkuuteen. Hankintoja palveleva suunnittelu pohjautuu arkkitehdin malleihin, jossa rakennesuunnittelija mallintaa kohteen rakennusosat hankintakyselyjen edellyttämälle tasolle. Toteutussuunnitteluvaiheessa arkkitehti ja rakennesuunnittelija laativat kohteen lopullisen rakennusosamallin, jossa esitetään rakenneosat todellisin rakennusselostuksen mukaisin tyyppitiedoin. Talotekniikkamallissa esitetään hankkeen järjestelmämallit ja niiden tilavaatimukset. Rakennemallin ja talotekniikkamallien tulee vastata arkkitehtimallia ja niistä on voitava suorittaa määrälaskentaa määritetyn tarkkuustason mukaisesti. Lisäksi malleja voidaan käyttää suunnitelmien yhteensovittamisessa sekä aikataulutuksessa. (YTV 2012 osat 1-6, 11.)

Rakentaminen

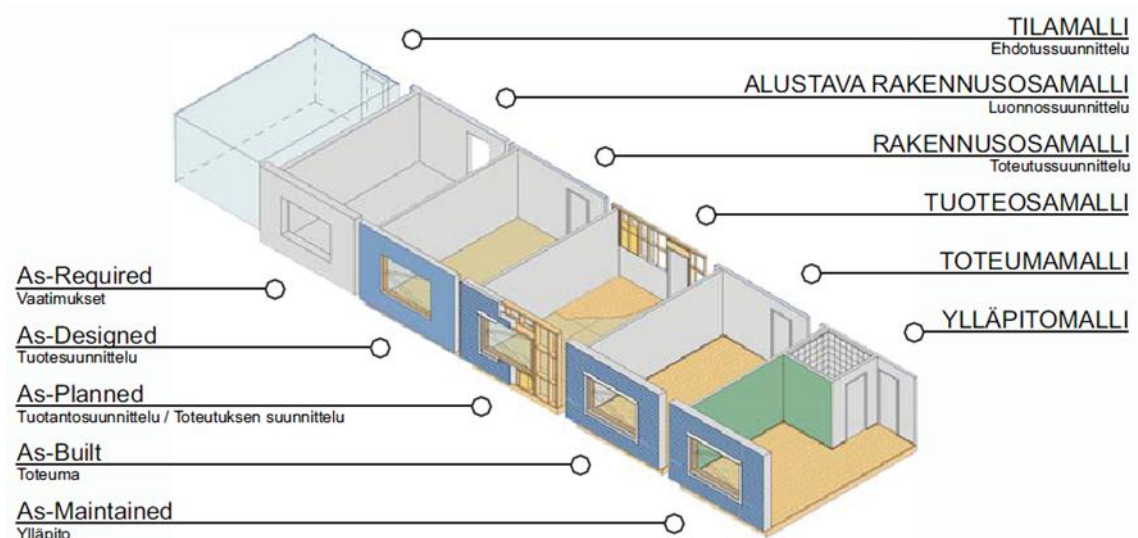
Rakennushankkeen toteutus pohjautuu suunnitteluvaiheiden tietomalleihin, joista voidaan saada mitta- ja määrätiedot virheettömästi. Tietomalleja käytetään havainnollistamiseen, kohteeseen perehtymisessä, työturvallisuussuunnittelussa, työmaa-alueen käytön suunnittelussa ja suunnittelualojen mallien yhdistämisessä sekä määrienhallinnassa. (YTV 2012 osa 1. s.19). Pääurakoitsija vastaa ja toimittaa tuotannonaikaiset toteumatiedot, suunnitelmapoikkeamat sekä sijainti- ja geometriatiedot piiloon jäävistä rakenteista (projektikohtaisesti sovittu mitkä tiedot pitää toimittaa) suunnittelijoille. Suunnittelijat päivittävät urakoitsijan tietojen perusteella suunnittelumallit sekä laativat kohteesta toteutumamallit. Lisäksi urakoitsija toimittaa ylläpitoa varten tiedot rakennusosista, laitteista ja materiaaleista vaaditussa dokumenttimuodossa. Rakentamisvaihe päättyy rakennuksen vastaanottopäätökseen. (YTV 2012 osa 13.)

Käyttöönotto ja ylläpito

Yleiset tietomallivaatimukset (2012) määrittävät, että kiinteistön ylläpitovaiheessa tietomalleja voidaan käyttää toimitilajohtamisessa, tilahallinnassa, energian ja ympäristövaikutusten seurannassa, ylläpidon budjetoinnissa, PTS-suunnittelussa sekä huoltokirjan hallinnassa. Lisäksi tietomalleja voidaan käyttää kiinteistöjen reaaliaikaisessa seurannassa, energian kulutustavoitteiden seurannassa sekä lähtötietoina rakennuksen muutosta ja korjaustöissä. (YTV 2012 osa 12.)

2.2.3 Rakennushankkeessa tuotettavat tietomallit

Rakennushankkeen mallintaminen aloitetaan vaatimusmallin pohjalta, joka ei vielä sisällä 3-ulotteista muotoa vaan sisältää taulukkomuotoisen tilaohjelman. Vaatimusmallia aletaan viimeistään ehdotussuunnitteluvaiheessa kehittää 3-ulotteiseksi tilamalliksi, jossa esitetään kohteen tilat rajaavine seinineen. Viimeistään yleissuunnitteluvaiheessa arkkitehti ja rakennesuunnittelija laativat kohteesta alustavat rakennusosamallit, jotka päivitetään toteutussuunnittelussa lopullisiksi rakennusosamalleiksi. Rakentamisen aikana mallit täydentyvät toteutumamalleiksi, joissa esitetään kohteen todellinen lopputulos. Ylläpitomallia käytetään rakennuksen hallintatyökaluna. (YTV 2012 osa 1.). Kuvassa 2.8. on esitetty rakennuksen tietomallin kehittymisen vaiheet.



Kuva 2.8: Yllä on esitetty rakennushankkeen 3-ulotteisen tietomallintamisen vaiheet. (Penttilä et al. 2006, s.28)

Vaatimusmalli

Yleisten tietomallivaatimusten (2012) mukaan vaatimusmallissa esitetään vähintään taulukkomuodossa oleva tilaohjelma, jota voidaan käyttää esimerkiksi suunnitelmaratkaisujen vertailemisessa. Vaatimusmallissa voidaan esittää rakennusta tai sen osia koskevia tavoitteita. (YTV 2012 osa 1.). Vaatimusmallin tilaohjelmassa voidaan esittää seuraavia vaatimuksia:

- Tilan nettoalatarve
- Mittoihin ja muotoihin liittyvät vaatimukset
- Tilan käyttö ja käyttäjät
- Keskeiset yhteydet ja vaikutukset muihin tiloihin
- Sisäilman olosuhteet, ääneneristys, valaistus, turvallisuus, laatutaso
- LVI-järjestelmät, sähköjärjestelmät, kalusteet, varusteet, tilan jako-osat (YTV 2012 osa 1.)

Hankkeen edetessä vaatimusmallin sisällön muutokset tulee päivittää alkuperäiseen vaatimusmalliin. (YTV 2012 osa 1.)

Tilamalli

Tilamallissa esitetään vaatimusmallin ja tontin mallin pohjalta tilat rajaavine seinineen. Seinät jaetaan vähintään ulko- ja väliseiniin, jotta mallia voidaan käyttää erilaisissa analyyseissä. Energiasimulointeja varten tilamalliin mallinnetaan ikkuna-alueet. Tilat tulee jakaa tilaohjelman edellyttämällä tavalla toiminnallisiin tiloihin. Arkkitehdin tilamallissa tilat jaetaan palo-osastoihin ja huoneistoihin tai osastoihin. Tilat mallinnetaan niihin soveltuvilla tilatyökaluilla kerroksittain. Käytetyt mallinnustavat dokumentoidaan tietomalliselostukseen. (YTV 2012 osa 1.)

Tilamalliin tulee mallintaa oikeassa mittasuhteessa huoneala-, bruttoala- sekä muut pinta-alaobjektit. Lisäksi tiloille määritetään johdonmukaisesti tunniste, sijainti ja käyttötarkoitus sekä nimi. Edellä olevien määritysten perusteella tilamallista voidaan suorittaa esimerkiksi tilapohjaista kustannuslaskentaa. (YTV 2012 osa 3.)

Alustava rakennusosamalli

Alustavassa rakennusosamallissa esitetään tilojen lisäksi rakennusosat tilamalliin perustuen. Mallista tuotetaan rakennusluvan hakemiseen tarvittavat piirustukset ja tiedot, jolloin mallin tarkkuustason tulee vastata viranomaisvaatimuksia. Mallin tietosisältö eroaa rakennusosamallista seuraavin poikkeuksin: mallissa voidaan käyttää liittymämittoja, pintamateriaaleista ei tarvita tietoja, hoitotasoja, huoltoluukkuja ja kulkurakenteita ei tarvitse mallintaa sekä rakennusosissa ei tarvitse esittää tarkkoja tyyppimäärittelyjä. Alustavaa rakennusosamallia voidaan käyttää mallien yhteensovittamisessa ja havainnollistamisessa sekä tarkennetussa tilapohjaisessa määrä- ja kustannuslaskennassa. (YTV 2012 osa 3.)

Rakennusosamalli

Yleisten tietomallivaatimusten (2012) mukaan lopullisessa rakennusosamallissa esitetään rakenneosat todellisin rakennusselostuksen mukaisin tyyppitiedoin. Rakennusosat mallinnetaan tietomallivaatimusten määrittämällä työkaluilla ja mallin tulee olla mittatarkka. Aukkomitoissa tulee sisältää tarvittavat sovitukset. Ikkunat ja ovet voidaan mallintaa aukkomittojen mukaisina. Suunnittelijoiden on kuitenkin kirjatta tietomalliselosteeseen käytetyt mallinnustavat. Rakennusosamallia käytetään mallien yhteensovittamisessa, havainnollistamisessa, suoritepohjaisessa määrä- ja kustannuslaskennassa, tarjouslaskennassa, tuotannon ja rakennustuotteiden valmistuksen suunnittelussa sekä työmaamallin tekemisessä. (YTV 2012 osa 3.)

Tuoteosamalli ja toteutusmalli

Tuoteosamallissa rakennusosat, kalusteet, varusteet tai laitteet mallinnetaan tuotetoimitajan todellisia rakenteita vastaavilla tuotteilla. Toteutusmallin avulla rakennuskohde voidaan toteuttaa suunnitelmien mukaisesti. Tuoteosamallia ja toteutusmallia voidaan käyttää toteutuksen hahmottamisessa sekä suunnittelussa, sekä niistä voidaan tuottaa määrätietoja aikataulutusta, hankintoja tai työn suunnittelua varten. (YTV 2012 osa 5.)

Toteumamalli

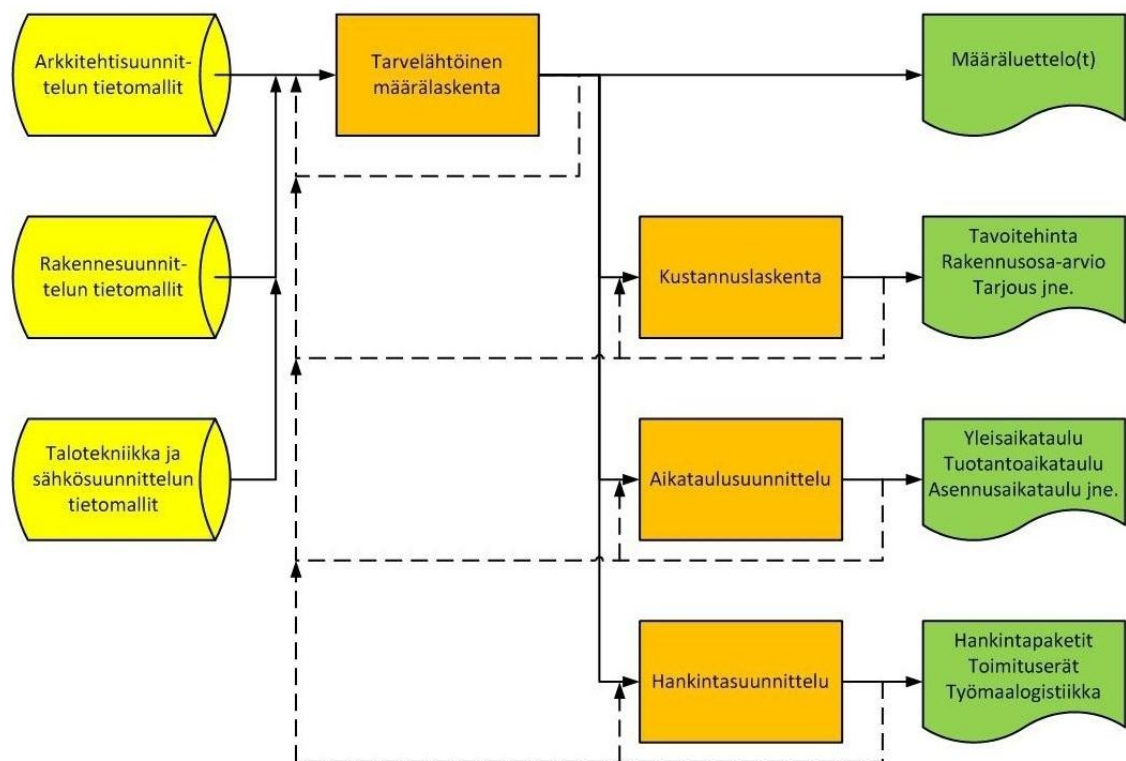
Toteumamallissa esitetään rakennusosamallin ja toteutusmallin päivitetty malli, johon on mallinnettu rakennuskohteen todellinen lopputulos. Toteumamallin tietosisältö vastaa rakennusosamallin vaatimuksia ja sitä käytetään tilahallinnon, kiinteistön ylläpidon ja käytönaikaisten muutostöiden pohjana. Toteumamallista saadaan esimerkiksi rakennuskohteen todelliset rakennusosa- ja laitteistomäärät, tilaluettelot sekä kohteen laajuustiedot. (YTV 2012 osa 3. s.21)

Ylläpitomalli

Ylläpitomallin pohjana on päivitetty rakennuskohteen toteumamalli. Ylläpitomallia käytetään kiinteistöhuollon hallintatyökaluna, jonka avulla voidaan tehdä erilaisia olosuhdesimulointeja. Ylläpitomalli voidaan muokata toteutuneesta rakennusosamallista ylläpidon vaatimuksia vastaavaksi. (YTV osa 3. s.21)

2.3 Tietomallipohjainen määrinhallinta

Tietomalleista suoritettava määrälaskenta nopeuttaa laskentaprosessia ja vähentää päällekkäistä työtä, mikä puolestaan lisää hankkeen tuottavuutta. Tietomallipohjaisen määrälaskennan tehokkuuden vuoksi laskentaa voidaan suorittaa perinteistä useammin, jolloin voidaan tutkia tarkemmin erilaisia vaihtoehtoja jo suunnitteluvaiheissa. Tietomalleista laskettava määrätieto on tarkempaa kuin perinteinen määrälaskenta, edellyttäen suunnitelmamallien tekemistä vaatimusten mukaan. Esimerkiksi rakennusosia ei saa olla malleissa päällekkäin ja rakennusosien tyyppitunnukset on oltava oikein, jonka lisäksi rakennusosat pitää mallintaa oikeilla työkaluilla. (YTV 2012 osa 13.) Määrätietoa voidaan tuottaa esimerkiksi kustannus- ja tarjouslaskentaa, aikataulutusta ja sen seuranta, hankintoja sekä tuotannon suunnittelua varten (Kuva 2.9.).



Kuva 2.9: Tietomallipohjaista Määrälaskentatietoa voidaan käyttää kustannuslaskennassa, aikataulu-, hankinta- sekä tuotannosuunnittelussa (YTV 2012 osa 7. s.5)

Määrälaskentaa voidaan suorittaa arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikka sekä niiden yhdistelmämalleista. Mallien tarkkuustaso määrittää määrälaskennan tarkkuustason. Määrälaskennan kannalta paras tilanne saavutetaan, kun kaikki suunnitelmamallit on mallin-

nettu samalle tarkkuustasolle koko rakennuksessa. Tällöin määrälaskentatilanne on selkeä ja määrätietoja voidaan arvioida luotettavammin suhteessa mallien tarkkuustasoon. Luotettava tietomallipohjainen määrälaskenta edellyttää myös eri suunnittelualojen mallien johdonmukaisuutta ja malleille asetettujen vaatimusten toteutumista. Rakennus- ja tekniikkaosat tulee mallintaa hankkeen vaatimusten mukaan ja käytetyt mallinnustavat sekä poikkeavuudet tulee dokumentoida tietomalliselostukseen. (YTV 2012 osa 7.)

2.3.1 Nimikkeistöt

Määrälaskennassa käytetään nimikkeistöjä tehostamaan rakennusprojektin eri osapuolten välistä tiedonkulkua ja yhdenmukaistamaan hankkeen asiakirjoja sekä hankkeessa käytettäviä jäsentely- ja mittaustapoja (Kaukonen). Suomessa käytettäviä nimikkeistöjä ovat Talo 70-, Talo 80-, ja Talo 90-, sekä uusimpana Talo 2000 -järjestelmä. Lemmin-käinen käyttää kustannusarvioita tehdessään Talo 80 -järjestelmää, joten tässä työssä määrät ryhmitellään käyttäen kyseistä järjestelmää.

Talo 80 – nimikkeistö

Talo 80 -järjestelmä koostuu rakentamisos-, suoritus-, kustannuslaji- ja kustannuseränimikkeistöistä. Rakentamisosanimikkeistö, jota käytetään määrälaskennan jäsentämiseen, koostuu seuraavista pääryhmistä:

0. Rakennuttajan kustannukset
 1. Maa- ja pohjarakennus
 2. Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet
 3. Runko- ja vesikattorakenteet
 4. Täydentävät rakenteet
 5. Pintarakenteet
 6. Kalusteet, varusteet ja laitteet
 7. Konetekniset työt
 8. Työmaan käyttökustannukset
 9. Työmaan yhteiskustannukset
 (Talo 80 – yleisohje 1981, s.12)

Suoritusnimikkeistöä tarvitaan, kun halutaan tarkentaa pääryhmien 2-5 suoritteita. Suoritusnimikkeistön työlajit ovat:

1. Muottityö
2. Raudoitus ja betonityö
3. Metallityö
4. Muuraus, rappaus ja laatoitus
5. Elementtityö
6. Puutyö ja levytyö

7. Lämmöneristys ja ääneneristys
 8. Vedeneristys ja kosteudeneristys
 9. Muut työt
- (Talo 80 – yleisohje 1981, s.14)

Esimerkiksi anturan lautamuottityö numeroidaan rakentamisosanimikkeistön ja suoritustanimikkeistön avulla suoritteeksi. (kuva 2.10.)

Rakentamisosat:	Suoritus:
2 Perustukset ja ulkopuoliset rakenteet	1 Muottityö
21 Anturat	11 Lautamuottityö
Suorite:	
21 1	Anturoiden muottityö
21 11	Anturoiden lautamuottityö

Kuva 2.10: Anturan lautamuottityölle on annettu tunniste Talo 80 -järjestelmän mukaisesti. (Talo 80 – yleisohje 1981, s.15)

Kun suoritteille halutaan erotella syntymistavaltaan erilaiset kustannukset, niin käytetään kustannuslajinimikkeistöä, joka koostuu viidestä erilaisesta kustannuslajista:

1. Työkustannus
 2. Ainekustannus
 3. Alihankintakustannus
 4. Omapalvelukustannus
 5. Muut kustannukset
- (Talo 80 – yleisohje 1981, s.11)

Kustannuseränimikkeistön avulla kustannukset jaotellaan kustannuseriin seuraavalla tavalla:

- A. 0. Rakennuttajan yleiskulut
- B. Rakennuskustannukset
 1. Rakennuttajan kustannukset
 2. Rakennustekniset työt
 3. LVI-työt
 4. Sähkötyöt
 5. Erillishankinnat
- C. 6. Tonttikustannukset
- D. Toimintainvestoinnit
 7. Irtaimet, koneet, kojeet, laitteet
 8. Irtaimisto
 9. Toiminnan käynnistämiskustannukset

(Talo 80 – yleisohje 1981)

Talo 80 -yleisohjeen (1981) mukaan kustannusarviota laadittaessa on nimikkeistöjen käyttäjärjestys seuraava: rakentamisosa – suoritus – kustannuslaji. Työsuunnittelua varten järjestys on: kustannuslaji-, suoritus – rakentamisosa.

Talo 2000 – nimikkeistö

Talo 2000 -järjestelmä koostuu tila-, hanke-, tuotanto-, rakennustuote- ja kalustonimikkeistöistä. Tilanimikkeistöä käytetään pääasiassa tilojen luokitteluun suunnitteluohjeissa ja tilaselostuksissa. Hankenimikkeistöä (Kuva 2.11.) käytetään pohjana määrälaskennassa ja siinä on esitetty jaoteltuna rakennus- ja tekniikkaosat sekä hanketehtäviin liittyviä tiedot. Tuotantonimikkeistössä eritellään hankinnat, toimitukset ja tehtävät, työlajeittain, toimi- ja ammattialoittain, hankinnan ja tuotannon näkökulmasta. Rakennustuotteenimikkeistö (panosnimikkeistö) käsittää pysyvästi asennettavat tai työn aikana loppuun kuluvat hyödykkeet. Kalustonimikkeistö (panosnimikkeistö) erittelee rakennuskohteen toteuttamiseksi tarvittavat koneet, laitteet ja välineet. (Ratu 431-T. 2007.)

<u>Rakennusosa</u>	<u>Tyyppi</u>	<u>Kuvaus</u>
1232	VS401	Teräsbetoniseinä 180 mm
1241	US409	Betonielementtiseinä, klinkkerilaattapinta 320 mm

Kuva 2.11: Talo 2000 hankenimikkeistön mukainen jäsentely. (YTV 2012 osa 7, s. 9)

Yleisten tietomallivaatimusten mukaan hankenimikkeistössä rakennuksen fyysistä kokonaisuutta kuvaavat rakennusosat ja tekniikkaosat. Rakennusosat määritellään rakennustuotteista ja tekniikkaosat puolestaan rakennuksen talotekniseen laitejärjestelmään kuuluvista osista. Rakennustuotteella tarkoitetaan rakentamiseen käytettävää hyödykettä, joka käytetään rakentamisen aikana loppuun tai jää pysyväksi osaksi rakennusta. Määrälaskennan suorituksessa rakennus- ja tekniikkaosat jaotellaan tuoteosiin, jolle määrät mitataan. (YTV osa 7.).

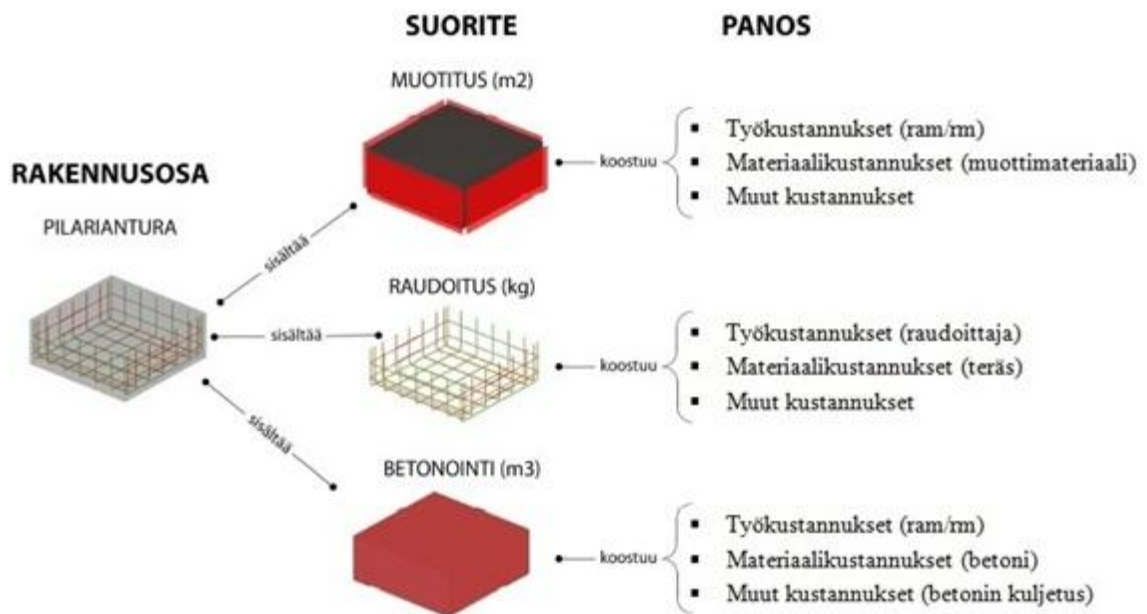
Talo 2000 – järjestelmän hankenimikkeistö soveltuu Talo 80 – rakentamisosanimikkeistöä paremmin tietomallipohjaiseen rakennushankkeeseen. Talo 2000 – hankenimikkeistössä alue-, talo- ja tilaosat on eriteltyinä, jolloin eri ryhmille voidaan määrittää käytettävät tietomallit. Esimerkiksi alueosat saadaan geomallista, talo-osat rakennemallista ja tilaosat arkkitehtimallista. (Ratu 431-T. 2007.)

Talo 2000-järjestelmässä tuote (talo) ja hanketehtävät on eritelty, jolloin nimikkeistö ei sido tuotantomuotoa, vaan sopii sekä tuotekuvaukseen, tuotantoon sekä kustannushallintaan. Tuotantonimikkeet perustuvat hankintajakoon ja sisältävät nimikkeen tuotetointituksen, erityiskaluston, asennustuotteet sekä asennus- ja avustavat työt. Tällöin erilai-

set toimitus- ja tehtäväsissällöt voidaan määritellä. Talo 2000 yleisselosteen mukaan (2008) rakennus kuvataan nimikkeistössä tuoterakenteina, rakennus- ja tekniikkaosina. Tuotanto kuvataan puolestaan panosrakenteina, kuten tuotteina, työnä ja kalustona. (Ratu 431-T. 2007; Talo 2000 – nimikkeistö – yleisseloste. 2008)

2.3.2 Tuotereseptit

Tietomallipohjaisessa määrälaskennassa hyödynnetään tuotereseptejä, jotka sisältävät tietoa rakennusosan valmistamiseen tarvittavista työsuoritteista sekä työsuoritukseen vaadittavista panoksista (Kuva 2.12.). Kaukosen (2012) mukaan tietomalleista saadaan pelkästään suunnittelumääriä, jotka muutetaan reseptien avulla rakennusmääriksi suorite- ja panospohjaisia rakennuskustannuksia laskettaessa. Tietomallien määrätiedon hyödyntämistä nopeutetaan käyttämällä yrityskohtaisia tuoteresepti- ja rakennekirjastoja. (Aho 2010, s. 16)



Kuva 2.12: Pilarianturan tuoteresepti muodostuu rakennusosasta, suoritteista ja panoksista. (Teittinen s.6)

Kuvan 2.9. pilarianturan valmistamiseen tarvitaan seuraavat suoritteet muotitus (m²), raudoitus (kg) sekä betonointi (m³). Esimerkiksi panokset, jotka sisältyvät betonoimiseen ovat työkustannukset, materiaalikustannukset sekä muut kustannukset. Työkustannuksia ovat rakennusammattimiesten ja rakennusmiesten työmäärät. Materiaalikustannuksia muottimateriaalit. Muut kustannukset koostuvat esimerkiksi betonin kuljettamisesta työmaalle. (Teittinen, s.6)

2.3.3 Tietomalliselostus

Yleisten tietomallivaatimusten (2012) mukaan tietomalliselostus on suunnittelijoiden ylläpitämä kuvaus tietomallin sisällöstä, käytetyistä mallinnustavoista ja poikkeamista yleisiin vaatimuksiin nähden. (YTV 2012 osa 3.).

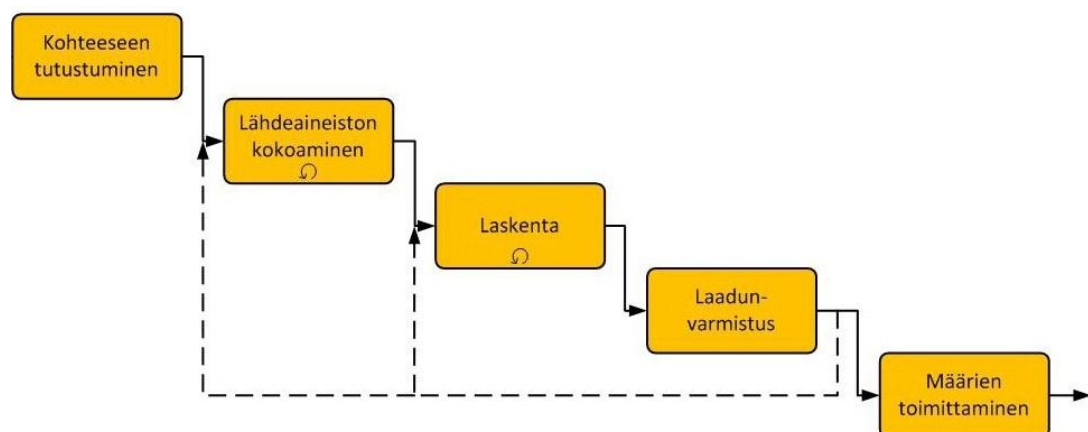
Määrälaskija käyttää tietomalliselostetta esimerkiksi lähtötietojen, rakenteiden, mallinnustapojen, -tasojen ja mallin päivitysten yhteydessä tehtyjen muutosten selvittämisessä. Lisäksi selostuksen avulla määrälaskija hahmottaa mallin tarkkuustason, jolloin voidaan arvioida millä tarkkuudella kohteen määrälaskenta voidaan suorittaa. Tietomalliselostus on tehtävä projektikohtaisesti ja se on aina luovutettava määrälaskijan käyttöön. (YTV 2012 osa 3.). Tietomalliselostus tulee sisältää vähintään seuraavat tiedot:

- Tietomalliselostus on nimetty siihen liittyvän mallin mukaan
 - Julkaisupäivämäärä
 - Mallintaja ja yhteystiedot
 - Kohteen yleistiedot
 - Käytetyt ohjelmistot ja tiedonsiirto
 - Kuvaus mallinnusperiaatteista ja lähtötiedoista
 - Käytetyt rakennekirjastot ja rakennetyyppien nimeämiskäytännöt
 - Mallinnustasot
 - Mallille suoritettut tarkastukset
 - Poikkeamat mallinnusohjeista ja -vaatimuksista
 - Malliin tehdyt muutokset ja päivitykset
- (YTV 2012 osa 3. s.8)

Tietomalliselostus tulee tallentaa esimerkiksi projektipankkiin mallin tallennuksen yhteydessä. Tietomalliselostus päivitetään aina, kun alkuperäistä mallia on päivitetty ja se luovutetaan muiden osapuolten käyttöön. (YTV 2012 osa 3. s.8)

2.3.4 Määrälaskentamenetelmät

Onnistunut tietomallipohjainen määrälaskentaprosessi (Kuva 2.13.) edellyttää kunnollista kohteeseen tutustumista ja huolellista lähdeaineistojen läpikäyntiä. Lähdeaineistojen sisällön varmistamisen jälkeen suoritetaan laskenta siihen soveltuvalla tietokoneohjelmistolla. Ennen määrätietojen toimittamista eteenpäin laskennan tulokset analysoidaan kattavuudeltaan, tarkkuudeltaan sekä luotettavuudeltaan. (YTV 2012 osa 7.)



Kuva 2.13: Tietomallipohjaisen määrälaskentaprosessin vaiheet (YTV 2012 osa 7. s.14)

Ennen ensimmäistä laskentaa kohteeseen tutustutaan esimerkiksi mallien avulla ja keskustelemalla suunnittelijoiden kanssa. Tutustumisen jälkeen kootaan tarvittava lähdeaineisto ja varmistetaan laskennassa käytettävien tiedostojen versioiden oikeellisuudesta. Hankekohtaisesti sovitaan ja selvitetään mallien tarkkuustaso, mistä malleista määriä lasketaan, jakautuvatko mallit osamalleihin, käytetäänkö alkuperäistä mallia vai IFC-mallia, kuinka kattavasti malleista voidaan määrätietoa laskea sekä varmistetaan rakenneselostuksen yhtenevyys mallien tietojen kanssa. (YTV 2012 osa 7.)

Määrälaskenta voidaan suorittaa nopeasti, luotettavasti ja tarkasti, jos mallin tietosisältö ja rakennusosat voidaan tunnistaa ja ryhmitellä ohjelmallisesti sekä niistä saadaan laskennan tarvitsemat mittatiedot. Usein kuitenkin näin ei ole, vaan malleista joudutaan johtamaan tietoa määrälaskentaa varten. Esimerkiksi kantavien seinien perusteella voidaan johtaa anturoiden pituus. Tässä tapauksessa määrälaskennan taso ei ole yhtä luotettavaa, vaan laskennan tarkkuus riippuu laskijasta. Ongelmallisin tilanne on, kun mallista puuttuu määrälaskennan vaatima tieto. Tällöin määrälaskija voi joutua kiireellisen aikataulun vuoksi itse mallintamaan puuttuvat osat käyttäen hyväkseen mallin muita rakennusosia. Lähtökohtana kuitenkin on, että määrälaskija ei mallinna mitään, vaan malli palautetaan suunnittelijalle. Määrälaskennan tarkkuustasoon vaikuttaa myös tietomallin tietosisältö. Rakennushankkeen edetessä tietomallin tietosisältö tarkentuu ja samalla määrälaskenta tarkentuu. (YTV 2012 osa 7.)

Laskennan suorituksen jälkeen saatujen määrien tarkkuus tarkistetaan esimerkiksi tunnuslukuvertailulla referenssikohteeseen nähden. Lähtötietojen, laskentamenetelmien, oletusten ja täydennysten sekä muiden aineistojen perusteella arvioidaan määrälaskennan luotettavuus. Laskentaprosessin lopputuloksen syntyvät määräluettelot eri käyttötarkoituksia varten. (YTV 2012 osa 7.)

Tunnuslukupohjainen laskenta

Tunnuslukupohjainen määrälaskenta tapahtuu rakennushankkeen aikaisessa vaiheessa, jolloin käytössä on yleensä pelkästään arkkitehdin tilamalli. Tilamallista saadaan määritettyä perustunnuslukuja, kuten bruttoala, tilavuus ja julkisivun pinta-ala. Perustunnuslukujen avulla saadaan puolestaan johdettuja tunnuslukuja, esimerkiksi tilavuuden ja julkisivun pinta-alan suhde. Tunnuslukupohjaisella laskennalla voidaan tutkia hankkeen alkuvaiheessa suunnitteluratkaisun tehokkuutta ja toimivuutta. (YTV 2012 osa 7. s.11)

Tilapohjainen laskenta

Tilapohjaisen määrälaskennan pohjana käytetään arkkitehdin tilamallia. Tilamallista saadaan laskettua tilojen pinta-aloja tilatyypeittäin laajuuslaskelmana. Tilatyypeille voidaan määrittää neliökustannukset, jolloin tilapohjaisia laskelmia voidaan käyttää tavoitteen arvioinnissa ja suunnittelun ohjauksessa. (YTV 2012 osa 7. s.11)

Alustava rakennusosalaskenta

Alustavasta rakennusosamallista suoritettu laskenta antaa rakennusosien määriä mallissa olevien rakennus- ja tekniikkaosien perusteella. Määrälaskija joutuu kuitenkin tekemään laskennassa oletuksia, koska rakennusosia ei ole tarkasti tyyppimääritelty. Alustavan rakennusosalaskennan avulla tuotetaan rakennusosamääräluettelo, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi suunnittelun ohjauksessa, kustannusarvioinnissa, alustavan rakennusai-kataulun tekemisessä sekä kohteen toteutusratkaisujen arvioinnissa. (YTV 2012 osa 7. s.11)

Rakennusosalaskenta

Rakennusosalaskenta suoritetaan rakennusosamallista, joka sisältää täsmälliset tyyppi-tiedot rakenteista, jolloin laskenta on tarkempaa kuin alustavassa rakennusosalaskennas-sa. Lisäksi määrälaskennassa on käytössä rakennesuunnittelijan yleissuunnitteluvaiheen tai hankintoja palveleva rakennemalli ja mahdollinen talotekniikkasuunnittelijan järjes-telmämalli. Tarkennetusta rakennusosalaskennasta saadaan rakennusosamäärien lisäksi suoritteiden määriä. Rakennusosalaskentaa voidaan hyödyntää alustavan rakennusosa-laskennan tavoin, mutta tarkemmin. (YTV 2012 osa 7. s.12)

Suoritelaskenta

Suoritelaskennassa käytössä ovat arkkitehdin rakennusosamalli ja rakennesuunnittelijan hankintoja palveleva rakennemalli sekä toteutussuunnittelun rakennemalli. Lisäksi käy-tössä on talotekniikkasuunnittelijan järjestelmämalli. Laskenta perustuu täydellisiin tuo-terakenteisiin, jolloin malleista saadaan määrätietoa suoritetasolla. Laskennan tarkkuus-taso vastaa rakennusosalaskentaa, mutta suoritelaskentaa käytetään yleensä hankinta- ja rakentamisvaiheessa, esimerkiksi tuotannon toteutuksen suunnittelussa ja aikataulutuk- sessa. (YTV 2012 osa 7. s.12)

Sijaintikohtainen laskenta

Sijaintikohtainen laskenta suoritetaan jollain edellä olevalla laskentamenetelmällä. Si-jainneittain suoritettavaa laskentaa käytetään, kun halutaan määrätietoa rakennuksen tietystä osasta. Rakennuksesta voidaan ottaa määriä esimerkiksi lohkoittain, kerroksit-tain tai tilaryhmittäin. Sijanteihin perustuvaa laskentaa hyödynnetään esimerkiksi han-kinnoissa ja tuotannon toteutuksen aikataulutuksessa. (YTV 2012 osa 7. s.12)

3 TUTKIMUS TIETOMALLIPOHJAISESTA MÄÄRÄLASKENNASTA

Tutkimus tietomallipohjaisesta määrälaskennasta – luvussa selvitetään teemahaastattelujen ja henkilökohtaisten kommunikaatioiden pohjalta tietomallien käytettävyyttä määrälaskennan näkökulmasta. Tässä luvussa esitetään myös tietomallipohjaisessa määrälaskennassa käytettäviä ohjelmistoja.

3.1 Tutkimuksen aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen aineisto on koottu haastattelutuloksista ja keskusteluista Lemminkäisen asiantuntijoiden kanssa. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää tietomallipohjaista määräenhallintaa kustannuslaskentaa, aikataulutusta, hankintaa ja työn suunnittelua varten seuraavien asioiden pohjalta:

- Mitkä ovat keskeiset hyödyt tietomalleista suoritettavassa määrälaskennassa
- Mitä ongelmakohtia tietomalleista suoritettavassa määrälaskennassa on
- Mitkä ovat edellytykset onnistuneelle määrälaskennalle
- Mitä määrätietoa saadaan arkkitehtimalleista ja rakennemalleista
- Mitä määrätietoa ei saada tietomalleista
- Mitä tietomalliohjelmia käytetään määrälaskennassa
- Miten määräenhallintaa suoritetaan käytännössä

Puolistrukturoidut teemahaastattelut toteutettiin tammikuun ja helmikuun 2013 aikana kolmelle Lemminkäisen asiantuntijalle:

1. Harri Aroaho, tarjouslaskija, Helsinki
 - Pääkaupunkiseudun toimitilarakentamisen tarjouslaskija
 - 2 vuotta kokemusta tietomalleista
2. Riina Leponiemi, Laskentainsinööri, Helsinki
 - Pääkaupunkiseudun oman asuntotuotannon määrälaskenta. Urakkakohteille kyselyjä ja hinnoittelua
 - Kokemusta tietomalleista 2 vuotta
3. Riikka Hannuksela, kustannuslaskija, Oulu
 - Oulun oman asuntotuotannon sekä tarjouskohteiden määrälaskenta ja hinnoittelu

- 8 vuotta kokemusta tietomalleista, Kouluttanut kollegoita tietomallipohjaisessa määrälaskennassa sekä toiminut aikaisemmassa työpaikassaan tietomallitukihenkilönä.

Lisäksi tutkimuksessa haastateltiin Lemminkäisen tietomalliasiantuntijoita Artur Viritiä ja Matti Partasta sekä Oulun elinkaarihankkeen tuotantoinsinööriä Mikko Mäläskää. Tietomalliohjelmistojen osalta haastateltiin Tocomanin tuotepäällikköä Janne Salinia.

3.2 Tietomallit määrälaskennassa

Tietomalleista suoritettava määrälaskenta on havainnollisempaa, nopeampaa ja tarkempaa kuin perinteinen 2-ulotteinen määrälaskenta. Määrälaskenta nopeutuu noin kolmasosan verrattuna perinteiseen 2-ulotteiseen määrälaskentaan. Tietomalleista saatavat määrät ovat oikein, ehtona on kuitenkin, että malli on mallinnettu oikein. Mallista ei kuitenkaan saada kaikkea määrätietoa, vaan yleensä tietomalleista saadaan keskimäärin noin 70 % kustannuslaskennassa käytettävästä määrätiedosta. (Aroalho, Harri. Tarjouslaskija. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

Omien asuntokohteiden projektikehityksessä tietomallinnuksella saadaan esimerkiksi erilaiset kustannusarviot nopeasti vertailuun. Ensimmäiset mallit ovat suuntaa-antavia, mutta niistäkin saadaan nopeasti alustavaa määrätietoa. Mallin tulee olla tehty vaatimusten mukaisesti. Jos malli on huono ja määrälaskija joutuu itse muokkaamaan, niin seuraavan päivityksen yhteydessä kaikki muokattu tieto häviää. Tavoitteena tulee olla, että määrälaskijan ei tarvitse itse mallintaa tai muokata mallia missään vaiheessa. Jos mallissa on ongelmia määrälaskennan osalta, niin ongelmasta raportoidaan suunnittelijalle, joka korjaa mallin määrälaskentaan kelpaavaksi. (Leponiemi, Riina. Laskentainsinööri. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

3.2.1 Määrälaskennan puutteet suunnittelussa

Haastattelujen mukaan määrälaskennan suorittaminen ei itsessään ole hankalaa, mutta ongelmia aiheutuu jos suunnittelu ei ole johdonmukaista. Suunnittelijoiden ja määrälaskijoiden ideat on saatava kohtaamaan, jolloin suunnittelun ohjauksen merkitys korostuu. Tietomalliasiantuntija Artur Viritin (Haastattelu, Helsinki 8.1.2013) mukaan määrälaskennan kannalta tärkeimmät kohdat, joita suunnittelijoiden tulee noudattaa:

- Rakennusosien tyypit on määritelty oikein
- Tietomallissa kaikille osille on annettu identiteetti ja sijainti
- Rakennuskohde on mallinnettu kerroksittain
- Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla
- Rakennusosia ei ole mallinnettu päällekkäin
- Rakennusosat eivät leikkaa toisiaan

(Virit, Artur. Tietomalliasiantuntija. Haastattelu, Helsinki 8.1.2013)

Urakkalaskentakohteissa mallit ovat yleensä tarkempia kuin oman asuntotuotannon kohteissa. Urakkalaskentakohteissa mallinnetaan toisaalta sellaisia asioita, joista ei ole varsinaista hyötyä määrälaskentaan. Esimerkiksi kalusteita ei kannattaisi mallintaa ollenkaan, vaan ne saadaan yhtä nopeasti laskettua pohjakuvista. Myyntiesitteitä varten voidaan kalusteetkin mallintaa, mutta määrälaskennassa ne vain suurentavat turhaan mallin kokoa. (Aroalho, Harri. Tarjouslaskija. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

Rakennetyyppien nimeämisessä on epäselvyyksiä. Esimerkiksi väli- ja yläpohjat on nimetty betonirakenteeksi, jolloin laskijan on haastavaa selvittää mikä on todellinen rakennetyyppi. Seinät eivät ylety yläpuoliseen laattaan, jolloin seinäpinnoista ei saada oikeita määriä. Tilojen mallintaminen tehdään väärin, jolloin esimerkiksi pesuhuoneen seinälaatoitusmäärät ovat virheellisiä. Arkkitehti tekee yleensä kaikki sisäovet samalla koodilla, jolloin erityyppisiä ovia on vaikea erotella. (Hannuksela, Riikka. kustannuslaskija. Haastattelu, Oulu 7.2.2013)

Väärillä työkaluilla mallintaminen aiheuttaa ongelmia määrälaskennan suorittamiseen. Suunnittelijat käyttävät objekti-työkalua esimerkiksi oville ja ikkunoille sekä parvekekaiteille, jolloin niistä ei saada todellista määrätietoa. (Aroalho, Harri. Tarjouslaskija. Haastattelu Helsinki 21.1.2013). Sisäänkäyntikatokset mallinnetaan yleensä objekteina, jolloin mallista ei saada muuta kuin katoksen kappalemäärä. Tällöin joudutaan laskemaan esimerkiksi kaikki kannatusteräukset käsin. (Leponiemi, Riina. Laskentainsinööri. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

”Eräissä kohteessa väliseinä näytti kuvassa hyvältä, mutta se oli määritelty parvekekaiteeksi, jolloin määrälaskennassa olisi mennyt väärin väliseinämäärät ja parvekekaiteet”. (Leponiemi, Riina. Laskentainsinööri. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

Rakennetyypin sijainteja on väärin, mikä vaikuttaa sijaintikohtaiseen laskentaan. Työmaa haluaa myös asuntokohteissa määriä kerroksittain. Rakennusosien päällekkäisyyksiä on vaikea havaita ilman ohjelmallista mallin tarkastusta. Päällekkäisyydet esimerkiksi seinissä aiheuttavat kaksinkertaisen neliömäärän kyseisestä kohdasta. Tämä vaikuttaa kustannuslaskennan lisäksi myös työn suunnitteluun, hankintoihin ja aikataulutukseen. (Leponiemi, Riina. Laskentainsinööri. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

Työmaalla ongelmia tuottaa mallien viivästyminen. Piirustukset tulevat ennen malleja, vaikka mallien ja piirustusten tulisi olla yhteneviä julkaisuhetkellä, jolloin tietomalleista ei saada määriä ajallaan. Tällöin määriä joudutaan laskemaan aikataulullisista syistä piirustuksista. (Mäläskä, Mikko. Tuotantoinisinööri. Haastattelu, Oulu 7.2.2013)

Tietomalliselosteessa tulisi kertoa selvemmin mitä mallissa on muutettu. Arkkitehti ilmoittaa, että mallia on kehitetty, mutta selosteesta ei käy ilmi muutoksen tarkkaa sijain-

tia tai laajuutta. Tällöin määrälaskenta kyseisen kohteen osalta menee kokonaan uusiksi. (Aroalho, Harri. Tarjouslaskija. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013). Lemminkäisen omien asuntotuotantokohteiden määrälaskennassa tietomalliselostetta ei yleensä saada ollenkaan vaikka sitä pyydetään. (Hannuksela, Riikka. kustannuslaskija. Haastattelu, Oulu 7.2.2013)

3.2.2 Mallien käyttö määrälaskennassa

Tarjouskohteissa on käytössä yleensä molemmat arkkitehti ja rakennemalli. Tällöin arkkitehtimallista saadaan määriä Talo 80 – rakentamisosanimikkeistön mukaisesti pääryhmiin 4 ja 5 sekä osittain 3:een, eli täydentäviin rakenteisiin ja pintarakenteisiin sekä runko- ja vesikattorakenteiden osalta vesikattorakenteisiin. (Aroalho, Harri. Tarjouslaskija. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

Rakennemallista saadaan puolestaan tarkempaa määrätietoa Talo 80 – rakentamisosanimikkeistön pääryhmiin 2 ja 3, eli perustuksiin ja ulkopuolisiin rakenteisiin sekä runko ja -vesikattorakenteisiin. Talotekniikkamalleista ei tällä hetkellä oteta mitään määriä, vaan talotekniikkaurakka ostetaan yleensä muualta. (Aroalho, Harri. Tarjouslaskija. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

Lemminkäisen omissa asuntokohteissa määrälaskennassa käytössä on yleensä pelkästään arkkitehtimalli, josta otetaan määrät myös kantaviin rakenteisiin. Perustuksia ei ole mallinnettu, jolloin perustusten määrät on johdettava kantavien seinien pituuksista. (Hannuksela, Riikka. kustannuslaskija. Haastattelu, Oulu 7.2.2013)

Talo 80 – rakentamisosanimikkeistön pääryhmään 1, eli maa- ja pohjarakennukseen saadaan malleista vain rakennemallin paalutuksen määrät. Maarakennuksesta täytyisi tilata geomalleja, joihin olisi mallinnettu maarakennusmäärät, louhintamäärät, ponttiseinien määrät ja sijainnit. Näistä tiedoista olisi hyötyä myös työmaan maarakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa. (Aroalho, Harri. Tarjouslaskija. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013)

Kalusteet ja varusteet sekä konetekniset työt saadaan laskettua pohjakuvista riittävän tarkasti, joten niiden osalta mallinnusta ei tarvita. (Aroalho, Harri. Tarjouslaskija. Haastattelu, Helsinki 21.1.2013).

Arkkitehtimallia käytetään enemmän hyödyksi määrälaskennassa kuin rakennemallia. Rakennemallista saataisiin kuitenkin tarkempaa määrätietoa, mikä palvelisi paremmin tuotannon suunnittelua. Liitteessä 5 on esitetty esimerkki, mitä määrätietoa otetaan rakennemallista ja mitä arkkitehtimallista.

3.2.3 Lemminkäisen oma rakennekirjasto

Lemminkäisen oman rakennekirjaston käytön tavoitteena on nopeuttaa ja tehostaa niin suunnittelua kuin määrälaskentaakin. Omissa asuntokohteissa suunnittelijoille annetaan valmiiksi Lemminkäisen arkkitehtisuunnittelun aloituspohja, jossa on valmiina esimerkiksi yksinkertaisia suunnitteluohjeita, materiaaleja ja rakennetyyppejä.

Kustannuslaskennassa on käytössä oma rakennekirjasto, jossa on valmiina aloituspohjan rakenteiden ja rakennusosien tuoterakenteet sekä niiden panoshinnastot. Tällä tavoin suunnittelun epäselvyydet vähenevät ja määrälaskenta kustannuslaskentaa varten nopeutuu, kun rakennetyypit ovat valmiiksi tiedossa ja ne voidaan linkittää suoraan valmiisiin tuoterakenteisiin.

”Arkkitehdin tulee käyttää Lemminkäisen aloituspohjaa tai siitä saatavaa osatietoa (valittuja tasoyhdistelmiä, rakennetyyppikirjastoa, määräluetteloita) ja mallinnusohjeita. Ohjeet on laadittu sekä Archicad että Revit Architecture – ohjelmille. Jos ohjeista poiketaan, tietomalliselostukseen tulee kirjata, miltä osin ja kuinka käytetty mallinnustapa poikkeaa Lemminkäisen mallinnusohjeista. Lemminkäisen mallinnusohjeiden päämäärä on saada malleista yhteensopivia laskenta-, hankinta- ja tuotantomenetelmien kanssa. Jos arkkitehtitoimisto haluaa käyttää kohteessa omaa mallinnusperiaatettaan ja aloitus-pohjaa, pitää ne hyväksyttää Lemminkäisellä (ja/ tai suunnittelun tilaajalla)”. (Lemminkäinen Oyj BIM-SLU4. 2013. Mallinnusohjeiden, aloituspohjien ja tietomalliselostusten ja revisiomuutoslistan käyttö.)

Rakennekirjastoa ja tuoterakenteita voidaan käyttää omien asuntokohteiden lisäksi myös Lemminkäisen tarjouskohteissa vertaamalla laskentakohteen rakennetyyppejä, materiaaleja ja kerroksia Lemminkäisen omaan rakennekirjastoon. Vastaavat rakennetyypit ja materiaalit linkitetään tällöin suoraan valmiina oleviin tuoterakenteisiin.

3.2.4 Lemminkäisen tavoitelitterakartta

Lemminkäisen tavoitelitterakarttaa käytetään, kun kustannusarviota muokataan tavoitearvioksi. Tavoitearvioon yhdistetään kustannusarvion litteroita lähinnä hankintapaketien mukaan. Esimerkiksi tavoitearvion anturoiden muottityöt – litteraan 21100 kootaan kaikkien kustannusarvion anturoiden muottitöiden litterat.

”Pääsääntönä on, että kukin työvaihe muodostaa oman tavoitelitteransa, jolle kohdistetaan kaikki kustannukset, jotka aiheutuvat ko. työvaiheen toteuttamisesta oli sitten kyse omana työnä tekemisestä, materiaalikustannuksista, reppurityöstä, kaluston vuokrasta tai aliurakoinnista. Kunkin tavoitelitteran sisältö ilmenee litteran alalitteroista eli sille kohdistetuista kustannusarvion riveistä”. (Lemminkäinen Talo Oy Tj5.4_001. 2012. Kustannusten litterointiohje.)

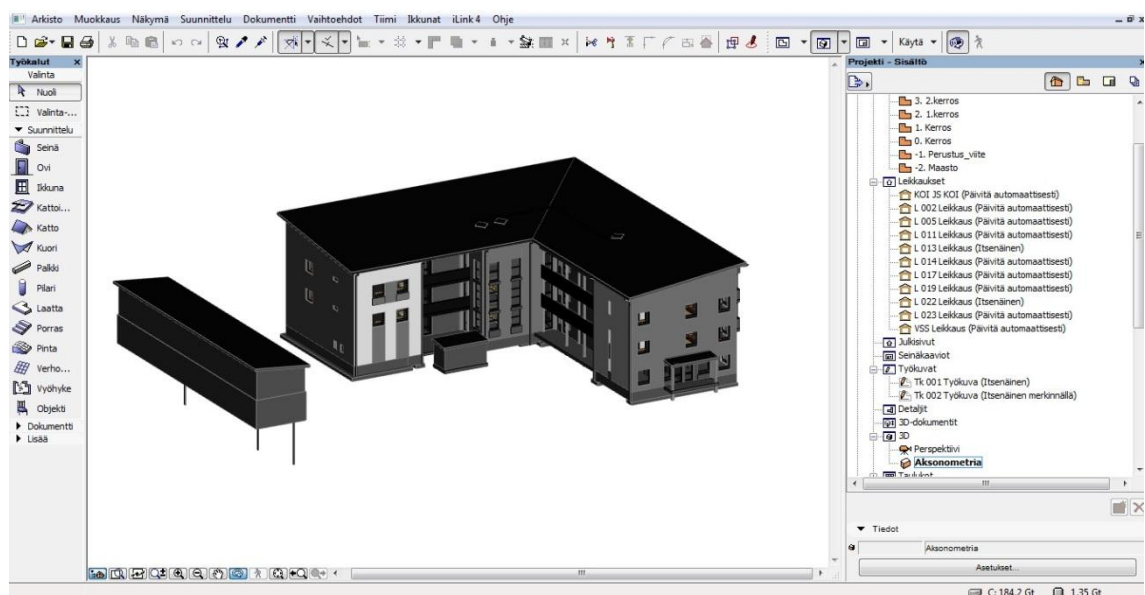
Tavoitearvio siirretään Excel-siirtotiedoston avulla Mesta kustannuseuranta – ohjelmaan, jonka avulla ennustetaan ja seurataan työmaan kustannuksia. Mestan litterointi vastaa Lemminkäisen tavoitelitterakarttaa. Kustannusarvion litterointi on tehtävä johdonmukaisesti, jotta rakennusosien, suoritteiden ja panoksien siirtäminen tavoitearvioon voidaan tehdä sujuvasti.

3.3 Määrätiedon hallinnassa käytettävät tietomalliohjelmit

Rakennuskohteen tietomallipohjaisen määrälaskennan tavoitteena on vähentää saman määrätiedon laskemista eri osapuolten välillä. Käytännössä kustannuslaskija linkittää (iLink4) arkkitehtimallista (Archicad) ja rakennemallista (Tekla CM) saamansa määrätiedon kustannuslaskentaohjelmaan (TCM PRO), jonka jälkeen kustannuslaskentaohjelmasta määrätieto linkitetään tuotannon suunnittelussa käytettäviin ohjelmistoihin (TCM Tuotanto, TCM Planner). Prosessin välissä haluttua määrätietoa voidaan raportoida eri muodoissa. Liitteessä 6 on esitetty tarkemmin määrälaskentaprosessi eri hankevaiheissa.

3.3.1 Archicad 15

Archicad on pääasiassa arkkitehtisuunnitteluun tarkoitettu mallinnusohjelmisto (kuva 3.1.). Archicadilla suunniteltaessa voidaan käyttää esimerkiksi Lemminkäisen omaa aloituspohjaa, jossa on valmiiksi määriteltäviä rakennetyyppejä, materiaaleja ja mallinnusohjeita. Archicadiin on asennettavissa Tocomanin iLink4-työkalu, jolla mallin määrätietoa voidaan siirtää esimerkiksi TCM PRO -kustannuslaskentaohjelmaan tai Exel-taulukkolaskentaohjelmaan.



Kuva 3.1: Archicad 15-ohjelman aksonometria tila. Projekti – sisältö valikossa mallia voidaan tarkastella esimerkiksi kerroksittain.

Määrälaskennan suorittaminen Archicadilla vaatii ohjelman perusominaisuuksien omaksumista. Määrälaskenta perustuu mallinnukseen, jolloin kurinalaisen mallinnuksen merkitys korostuu. Perustietoja kuten kappalemääriä saadaan listattua valmiita pohjia apuna käyttäen. (M.A.D. Määrälaskentaohje. 2010.)

Projekti – sisältö –työvalikossa taulukot tai määräluettelot hakemistossa voidaan valita valmiita taulukko-, listaus- tai luettelomuotoja. Määräluetteloita voidaan myös luoda itse, esimerkiksi asuntokohteen 2.kerroksen seinätyypit ja niiden emäviivan puoleiset seinäneliöt saadaan listattua seuraavalla tavalla:

1. Valitaan projekti – sisältö –työvalikosta määräluettelot-hakemistosta hiiren oikealla näppäimellä ”luettelot” valikko.
2. Luodaan ”uusi elementtien luettelointitapatiedosto” ja nimetään tiedosto esimerkiksi ”2. kerroksen seinätyypit”.
3. Valitaan laskettavat elementit -välilehdellä pelkästään ”seinät” ja kerroksista ”2.kerros”.
4. Valitaan laskettavat tiedot -välilehdellä nimikkeet ja kuvaukset kohtiin ”ei”. Yhteiset elementtien parametrit -valikossa valitaan esimerkiksi ”elementtityyppi”, ”leikkaustäyteen/poikkileikkauksen nimi” ja ”kerroksen nimi”. Tyypinmukaiset lisäparametrit -valikossa valitaan ”seinän nettopinta-ala emäviivan puolella”.
5. Valitaan järjestys-välilehdessä ”listamuoto” ja elementit kohdassa ”ryhmitä samanlaiset”. Painetaan ”OK”.
6. Valitaan määräluettelot-hakemistosta ”elementtiluettelot” ja luotu ”2.kerroksen seinätyypit” tiedosto, jolloin Archicadiin avautuu lista halutuista seinätyypeistä.

Määräluettelot sopivat määrien tarkastamiseen. Määrätiedot voidaan raportoida myös Excel-tiedostoon, jolloin niitä voidaan siirtää helpommin muihin laskentaohjelmistoihin.

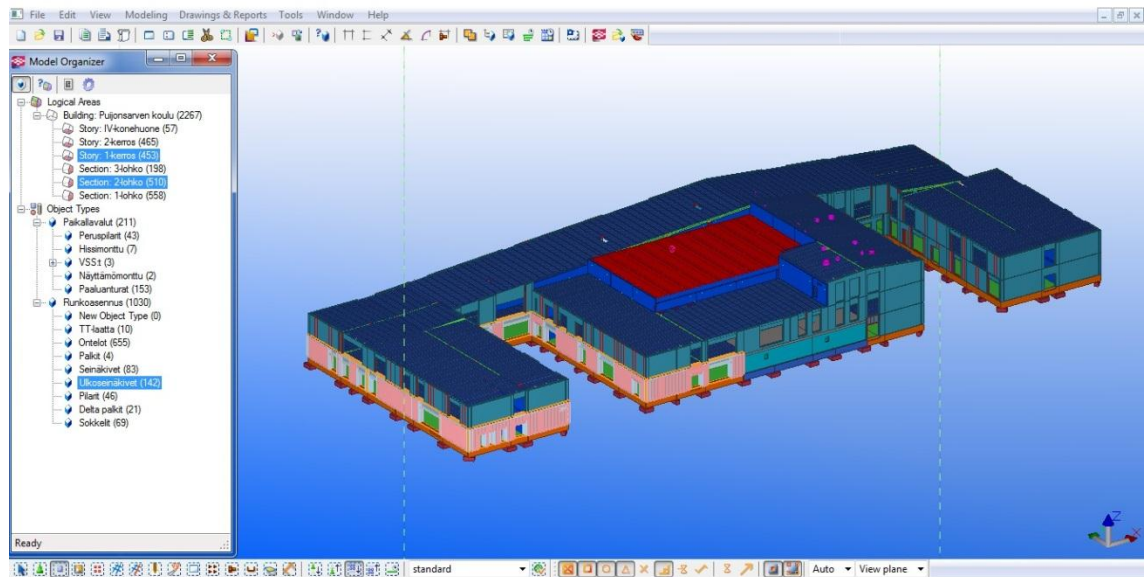
3.3.2 Tekla Structures Construction Management 19 beta

Tekla Structures CM on ohjelmisto, jolla hyödynnetään rakennesuunnittelijan tekemän mallin tietoa. Lemminkäisellä ohjelmistoa käytetään pääasiassa kantavien rakenteiden määrätiedon laskemiseen, aikataulutukseen, 4D-visualisointiin sekä työn suunnitteluun. Archicadin tavoin Tekla CM:ään on asennettavissa Tocomanin iLink4-työkalu, jolla mallin määrätietoa voidaan siirtää kustannuslaskentaohjelmaan tai Excel-tiedostoon.

Model Organizer

Model Organizer mahdollistaa rakennuskohteen lohkojen, kerrosten, hankintapakettien sekä objektityyppien jakamisen haluttuihin osiin. Esimerkiksi Puijonsarven koulun ra-

kennemalli (kuva 3.2) on jaettu kolmeen lohkoon, kolmeen kerrokseen sekä paikallavalu ja runkoasennus rakennusosiin.



Kuva 3.2: Puijonsarven koulun rakennemalli on jaettu Model organizerissa lohkoihin, kerrokseen ja rakennusosiin. Model Organizerin avulla valittuna on kohteen 2. lohkon 1.kerros ulkoseinäelementit.

Model Organizerissa tapahtuva ryhmittely tehdään esimerkiksi seuraavasti:

1. Avataan Model Organizer – työkalu Tools-valikosta
2. Model Organizerissa painetaan ”Logical Areas” oikeaa hiiren nappia ja valitaan ”New Building”. Annetaan rakennukselle nimi.
3. Painetaan juuri luodun rakennuksen nimen päällä hiiren oikeaa nappia ja luodaan kohteelle lohkot ”New Section” ja kerrokset ”New Story”. Nimetään lohkot ja kerrokset halutunlaisiksi.
4. Määritellään rakennusosat lohkoihin ja kerrokseen. Esimerkiksi valitaan hiiren vasemmalla näppäimellä mallista ne rakennusosat, jotka halutaan kuuluvan lohkoon 1 (Näkyvät mallissa keltaisella). Painetaan hiiren oikealla näppäimellä Model Organizerissa luodun lohko 1:n päällä ja valitaan ”Add Selected to Category”. Tällöin valitut rakennusosat on ryhmitelty kuuluvan lohkoon 1.
5. Valitaan hiiren oikealla näppäimellä lohko 1:n päällä ”Shift” pohjassa avautuvasta apuikkunasta ”Hide” komento. Tällöin rakennusosat, jotka kuuluvat lohkoon 1 piilotetaan mallista ja lohko 2:n ryhmittely on helpompaa. Kaikki rakennusosat saadaan takaisin näkyviin painamalla mallin päällä hiiren oikeaa näppäintä ja valitsemalla ”Redraw View”
6. Ryhmitellään muut lohkot ja kerrokset kohtien 4 ja 5 mukaisesti.
7. Ryhmitellään objektityypit. Luodaan kohdan 3 tavoin Model Organizerissa ”Object Types” tekstin päällä ”New Object Type for Assemblies” Nimetään luotu kohde esimerkiksi ”kaikki rakennusosat”.

Seuraavassa on esitetty miten saadaan Puijonsarven koulun 1. lohkon anturoiden mitat, tilavuudet ja muotitusmäärät sekä niiden siirto Excel-tiedostoon:

1. Model Organizerissa valitaan ”Ctrl” pohjassa 1.lohko ja anturat
2. Avataan Object Browser, jolloin saadaan listattuna valitut anturat
3. Valitaan Object Browserissa oikeasta yläkulmasta ”Template Settings”
4. Avautuu ”Object Browser Settings” valikko, jossa muokataan sarakkeita ”Columns” seuraavasti; valitaan näkyviin esimerkiksi ”Name”, ”Material Type”, ”Material”, ”Height”, ”Lenght”, ”Width”, ”Volume” ja ”Logical area section”. Poistetaan muut sarakkeet punaisella ruksilla.
5. Lisätään vielä muotitusmäärät. Painetaan oikeassa yläkulmassa olevaa plus-painiketta, jolloin sarakkeita tulee yksi lisää. Nimitetään sarake ”muotitusmäärät”.
6. Haetaan Object Type -valikosta ”Formwork_area_WallGroundslabColumn” niminen valinta. Vedetään se luodun muotitusmäärät sarakkeen alle.
7. Palataan takaisin Object Browseriin ja painetaan ylhäällä olevaa ”Refresh” painiketta. Nyt näkyvissä on 1.lohkon anturoiden mittatiedot, tilavuudet ja muotitusmäärät.
8. Viedään määrätieto Exceliin valitsemalla ”Export” toiminto ja painetaan uudelleen avautuvasta valikosta ”Export”
9. Exceliin tuotu määrätieto voidaan nyt siirtää esimerkiksi TCM Planneriin.

Kohteeseen ei ole mallinnettu raudoituksia, mutta mallinnetut raudoitusmäärät saataisiin laskettua valitsemalla mallista raudoitteet ja lisäämällä Object Browserissa kuvan 3.4. mukaiset komennot. Raudoitteet saadaan valittua mallista ”Select objects in components” ja ”Select reinforcing bars” työkaluilla. Toisena vaihtoehtona, jos raudoituksia ei ole mallinnettu, on arvioida teräksien määrä betonikuutiossa.

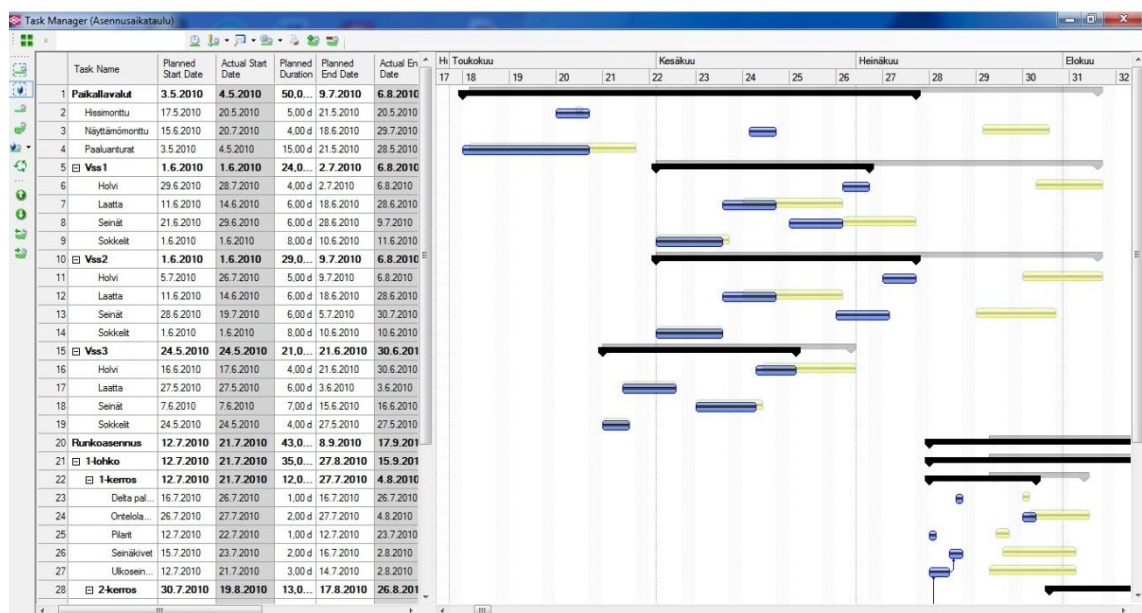
Content type	SIZE	Material	Position number	Length / mm	Weight / kg
REBAR	8	A500HW	PV-A/1	2320	6
REBAR	8	A500HW	PV-A/1	7330	6
REBAR	20	Undefined	TKP/1	820	2
REBAR	20	Undefined	TKP/1	820	2
REBAR	20	Undefined	TKP/1	820	2
REBAR	20	Undefined	TKP/1	820	2
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	1320	3
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	2500	56
REBAR	20	A500HW	PV-A/1	2540	63
REBAR	10	A500HW	PV-A/1	2470	17
REBAR	10	A500HW	PV-A/1	2490	17
				33490	198

Kuva 3.4: Yhden anturan raudoitusmäärät Object Browserissa. Näkyviin on valittu raudoitusten koot (teräksen halkaisija), materiaalit, sijainnit, pituudet ja massat.

Object Browserissa saadaan nopeasti haluttua määrätietoa vietyä Excelliin. Määrätiedon ryhmittelyssä valittavana on kuitenkin useita erilaisia vaihtoehtoja ja suurimmasta osasta on vaikea määrittellä mitä kyseinen komento laskee. Ohjelman käyttöä helpottaisi esimerkiksi valmiit ryhmittelypohjat, missä olisi selitetty mitä niillä lasketaan.

Task Manager

Task Managerissa (kuva 3.5.) rakennuskohde aikataulutetaan pääasiassa kantavien rakenteiden osalta perustuen mallin määrätietoihin. Aikataulutehtäville linkitetään mallista määrät, luodaan tehtävätyypit, riippuvuudet ja tehtäväajat, jotka puolestaan määrittävät tuotantonopeudet. Task Managerissa objekteille voidaan antaa myös suunniteltu asennusjärjestys, jolloin 4D-visualisoinnin ja toteutuneiden asennusten avulla voidaan seurata asennusaikataulun etenemistä.



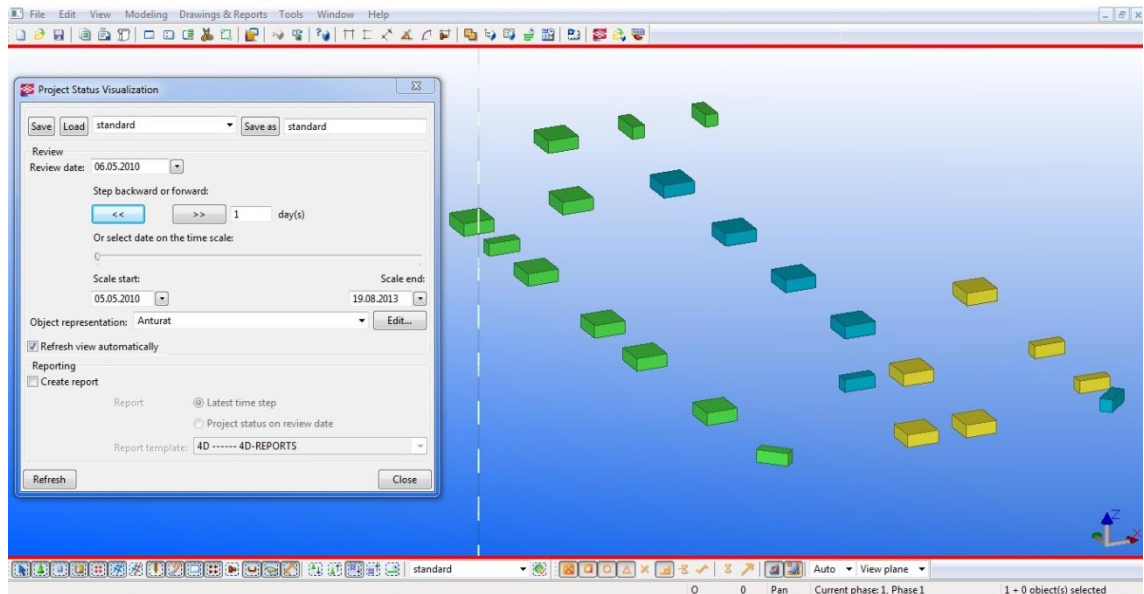
Kuva 3.5: Yllä on esitetty Task Managerissa tehty Puijonsarven koulun asennusaikataulu kantavien rakenteiden ja betonielementtien osalta.

Task Manager soveltuu parhaiten työmaan betonirakenteiden ja teräsosien aikataulutukseen ja niiden suunnittelu, valmistus ja asennusaikataulun seurantaan. Task Managerin hyödyntäminen työmaalla vaatisi tässä vaiheessa kuitenkin aliurakoitsijoiden osalta Excel-siirtotiedoston luomista, johon täydennettäisiin toteutuneiden asennusten määrätiedot. Siirtotiedoston avulla asennusten toteumatiedot siirrettäisiin Task Manageriin.

Project Status Visualization

4D-visualisoinnin avulla havainnollistetaan tulevia asennuksia tai seurataan rakennushankkeen etenemistä ja suunnittelua. Objekteille luodaan joko Task Managerin avulla asennusaikataulu, tai yksittäisille objekteille voidaan syöttää ne suoraan. Tämän jälkeen Project Status Visualization – työvalikossa valitaan visualisointitapa. Esimerkiksi anturoiden asentamisen visualisoinnissa (kuva 3.6.) esitetään asennetut (vihreät), kyseisenä päivänä asennettavat (siniset) ja seuraavana päivänä asennettavat anturat (keltaiset).

Visualisoinnin avulla voidaan seurata myös asennusten etenemistä ja mahdollisia viivästyksiä suunniteltuun aikatauluun nähden.

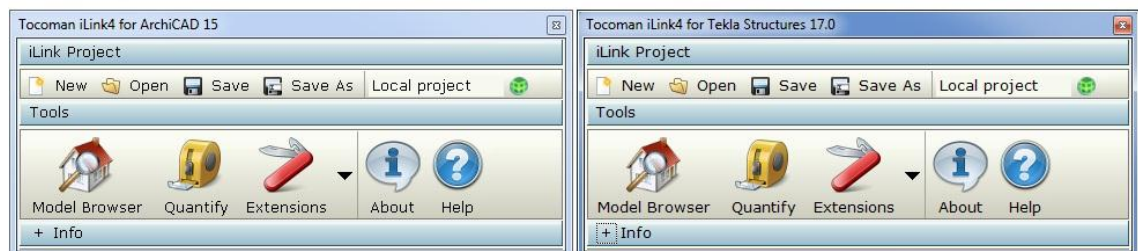


Kuva 3.6: 4D-visualisointi esimerkki anturoille. Vihreällä värillä on kuvattu valetut anturat, sinisellä kyseisenä päivänä asennettavat ja valettavat anturat sekä keltaisella seuraavana päivänä asennettavat anturat.

4D-visualisointi on hyödyllinen työkalu havainnollistamaan toteutettavaa asennusaikataulua ja tehostamaan työn suunnittelua. Tehokkain tapa on hyödyntää 4D-visualisointia ja Task Manageria yhdessä, jolloin visualisointitiedot perustuvat Task Managerin aikataulutustehtäviin.

3.3.3 Tocoman iLink4

Tocoman iLink4 mahdollistaa tietomallien määrätiedon ryhmittämisen ja linkittämisen Tocoman PRO Estimate – kustannuslaskentaohjelmaan. Määrätietoa voidaan tuottaa myös Excel-tiedostoon. iLink4 lisäosa on asennettavissa Archicadiin, Revitiin ja Tekla CM:ään (kuva 3.7.) erikseen.



Kuva 3.7: Archicad 15:sta (vasemmalla) ja Tekla Structures 17.0:sta (oikealla) iLink4 pääikkunat (main palette). Molemmassa määrätietoa ryhmitellään ja linkitetään samalla tavalla. Ryhmittelysäännöissä on kuitenkin eroavaisuuksia.

Model Browserin avulla halutut rakennusosat ryhmitellään säännösten avulla, jonka jälkeen määrätieto linkitetään Tocoman PRO – kustannuslaskentaohjelmaan. Määrien linkitys suoritetaan joko rakennusosatasolla tai rakennusosa- ja suoritetasolla. iLinkissä

määrät voidaan ryhmitellä myös objektien sijaintitietojen mukaisesti tai sijainteja voidaan luoda itse sijaintiprisman avulla (kuva 3.8.)



Kuva 3.8: iLinkin sijaintiprisma-työkalu, jolla rakennuskohde voidaan esimerkiksi lohkoittaa.

Tutkimuksen aikaan julkaistiin Tocomanin Easy BIM, jonka tarkoituksena on korvata iLink4. Easy Bimin ominaisuuksia on esitetty luvussa jatkokehitys.

3.3.4 Tocoman PRO Estimate

TCM PRO Estimate – sovellusta käytetään Lemminkäisellä rakennusosatasoiseen tai rakennusosa- ja suoritetasoiseen (kuva 3.9.) määrä- ja kustannuslaskentaan. Määrät voidaan linkittää suoraan mallista käyttämällä iLink4-sovellusta tai määriä voidaan syöttää manuaalisesti.

The screenshot shows the Tocoman PRO Estimate software interface. It features a menu bar at the top with options like "Hanke", "Oikeus", "Näytä", "Työkalut", "Ikkuna", and "Apua". Below the menu is a search bar and a "Summa" button. The main area is divided into several sections:

- Etsi luokan mukaan:** A list of categories for searching, including "0 Rakennuttajan kustannus", "1 Maa ja pohjarakennus", "2 Perustukset", "3 Runko ja veikkalot", "4 Työjärjät rakenteet", "5 Pintarakenteet", "6 Kalusteet, varusteet, lait", "7 Koneelliset työt", "8 Työmaan käyttökustannus", and "9 Työmaan yhteiskustannus".
- Valitse rakenne tai luo uusi:** A table with columns for "Luokka", "Luokan nimi", "Koodi", "Selite", "Määrä", "Yks", "EUR /yks", and "EUR/yhtiö". It lists various building components like "Ovet", "Kevyet väliseinät", "Väliseinä ACO 92 mm", "Väliseinä KÄH-tiili 85 mm", "Kipsiväliseinä 9,2mm + N+R66-ni", "Metallirunkon varastokoppi", "Hormit, tulesjat, kanavat, pip", "Vesikate", and "Vesieriste puualusta".
- Valitse suorite tai luo uusi:** A table with columns for "koodi", "Selite", "Yks", "Määrä", "Menekki", and "kaava". It shows details for "ACO-seinät" and "Väliseinä ACO 92mm".
- Valitse panos tai luo uusi:** A table with columns for "Pl.", "Pölymä", "Panosnimi", "Yks", "Menekki", "Teho", "h%", "Määrä", "Hinta", "Lu.", "EUR/yks", "EUR/yhtiö", "Val", "Pano", "Käntä", "Järjestys", "Sis.tunnus", "Ryhmä", and "Kerros". It lists materials like "Rakennusmies", "Väliseinä ACO 92 mm", and "Väliseinä ACO 92 rahi".

Kuva 3.9: Tocoman PRO Estimate – kustannuslaskentaohjelman rakenteet näkyvässä. Rakennusosat on ryhmitelty Talo 80 – nimikkeistön ja Lemminkäisen oman rakennekirjaston mukaisesti. Ylimpänä ovat rakenteet, keskellä rakenteen suoritteet ja alimpana suoritteiden panokset. Panokset hinnoittelevat suoritteet ja suoritteet puolestaan määrittävät kokonaishinnan rakennusosalle.

TCM PROssa on huomioitava, että siinä ei ole erillistä tallennustoimintoa, vaan määrätiedot tallentuvat automaattisesti Lemminkäisen omalle palvelimelle.

Tuoterakenteet

Rakenteet näkymässä ylimpänä olevat rakennusosat ovat ryhmitelty Talo 80 – nimikkeistön mukaisesti. Rakenteet koostuvat suoritteista ja suoritteet puolestaan panoslajeista ja panoshinnastoista. Lemminkäisellä on luotuna TCM PRO:ssa oma alustava rakennekirjasto perustuen rakenteisiin, jotka ovat suunnittelijoille annettavissa aloituspohjissa (Archicad ja Revit). Rakennekirjasto on kuitenkin vielä suppea, mutta muissa projekteissa käytettäviä tuoterakenteita voidaan siirtää määrä- ja kustannuslaskennassa käytettävään kirjastoon. Esimerkiksi Lemminkäisen rakennekirjaston kipsilevyseinä 92mm sisältää peltirangan ja kipsilevyseinän (m2), seinän yläpään liittymän (jm) sekä mineraalivillaeristyksen (m2) suoritteet. Kyseiset suoritteet puolestaan hinnoitellaan materiaaleista (esimerkiksi Gyproc GN 13) ja työsuorituksista (esimerkiksi kirvesmies) koostuvilla panoksilla.

Raporttien tulostaminen

Määrä- ja kustannustiedoista saadaan tulostettua erilaisia valmiita luetteloita, esimerkiksi määräluetteloita, kustannuslaskelmia, tarjouslaskelmia, tilaluetteloita, huonekortteja sekä rakennusosalaskelmia rakenne- ja suoritetasolla. Kuvassa 3.10. on esitettyä TCM PRO:n tulostus-painikkeen alta löytyvät valmiit raporttipohjat.

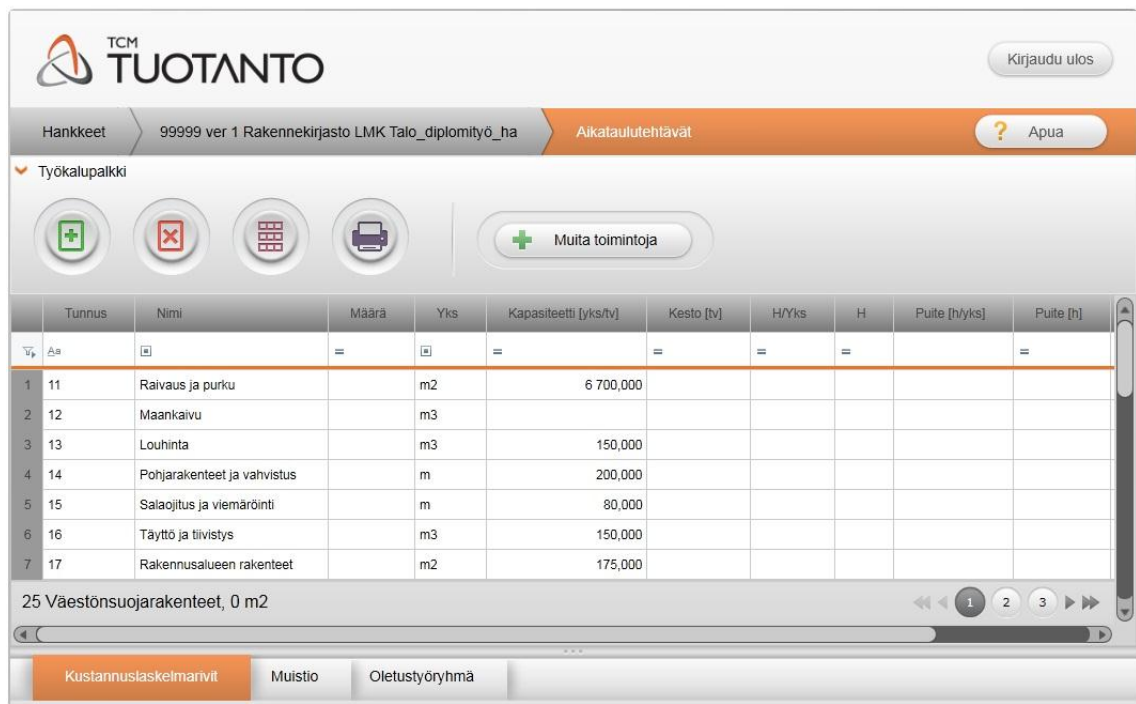
Raportti
<input type="checkbox"/> C000 Hankeluettelo
<input type="checkbox"/> C001 Kohteen perustiedot (excel)
<input type="checkbox"/> C002 Kohdekuvaus ja laskentamuistio
<input type="checkbox"/> C003 Kohteen perustiedot
<input type="checkbox"/> C010 Hankkeen sijaintitunnukset
<input type="checkbox"/> C100 Määräluettelo
<input type="checkbox"/> C101 Määräluettelo digitointriveillä
<input type="checkbox"/> C102 Määräluettelo sijaintierittelyt
<input type="checkbox"/> C103 Nimikkeiden muistiot
<input type="checkbox"/> C200 Kustannuslaskelma (pysty)
<input type="checkbox"/> C201 Kustannuslaskelma (pysty) vain hinnoitellut
<input type="checkbox"/> C202 Kustannuslaskelma (vaaka)
<input type="checkbox"/> C203 Panosrakenteet
<input type="checkbox"/> C204 Panosluettelo
<input type="checkbox"/> C205 Panokset nimikkeittäin
<input type="checkbox"/> C206 Rakennusosalaskelma
<input type="checkbox"/> C207 Yhteenveto
<input type="checkbox"/> C270 Ryhmätunnukset
<input type="checkbox"/> C271 Kustannukset ryhmittäin
<input type="checkbox"/> C300 Tarjouslaskelma (talo80) (excel)
<input type="checkbox"/> C301 Tarjouslaskelma (talo 90) (excel)
<input type="checkbox"/> C392 Tarjouslaskelma (Infra 2006) (excel)
<input type="checkbox"/> C400 Rakenteet
<input type="checkbox"/> C401 Rakenteet kaavoilla
<input type="checkbox"/> C402 Rakennemääräluettelo
<input type="checkbox"/> C500 Yksikköhintaluettelo
<input type="checkbox"/> C501 Yksikköhintaluettelo vaaka
<input type="checkbox"/> C600 Tila: Tilaluettelo
<input type="checkbox"/> C601 Tila: Huonekortti
<input type="checkbox"/> C602 Tila: Määräluettelo
<input type="checkbox"/> C700 ROL: Kansilehti + muistio
<input type="checkbox"/> C701 ROL: Rakennusosalaskelma
<input type="checkbox"/> C702 ROL: Rakennusosalaskelma yhteenveto
<input type="checkbox"/> C703 ROL: Rakennusosalaskelma pääryhmät
<input type="checkbox"/> C704 ROL: Rakennusosalaskelma rakenteet
<input type="checkbox"/> C705 ROL: Rakennusosalaskelma suoritteet
<input type="checkbox"/> C900 Yleinen panoshinnasto

Kuva 3.10: TCM PRO:n valmiit raporttipohjat.

Raportit tulostuvat esimerkiksi Word-asiakirja, tai Excel-taulukkomuodossa, jolloin luetteloita voidaan käyttää hyödyksi tuotannon suunnittelussa. Määrätieto voidaan linkittää myös suoraan TCM Tuotantoon, joka mahdollistaa kustannuslaskelmien määrä- ja kustannustiedon käyttämisen aikataulutuksen, hankintojen ja tavoitearvion tekemisessä.

3.3.5 Tocoman Tuotanto pilotti

Kustannuslaskentaohjelman määrä- ja kustannustiedot linkitetään TCM Tuotantoon, jossa kustannuslaskelmarivit kohdistetaan aikataulutehtäville (kuva 3.11.), hankintatehtäville ja tavoitelaskentariveille. TCM Tuotannossa on valmiina Tocomanin luomat alustavat nimikkeistöpohjat aikataulutehtäville ja hankintatehtäville, mutta tavoitelaskelmalle nimikkeistöpohjaa ei ole. Aikataulutehtäviä, hankintatehtäviä ja tavoitelaskelmarivejä voidaan syöttää yksitellen, mutta laskentaa nopeuttaisi jos esimerkiksi Lemminkäisen tavoitelitterakartta olisi ohjelmassa valmiina. Nimikkeistöjä voidaan luoda TCM Adminissa.



	Tunnus	Nimi	Määrä	Yks	Kapasiteetti [yks/tv]	Kesto [tv]	H/Yks	H	Puite [h/yks]	Puite [h]
1	11	Raivaus ja purku	=	m2	= 6 700,000					
2	12	Maankaivu		m3						
3	13	Louhinta		m3	150,000					
4	14	Pohjarakenteet ja vahvistus		m	200,000					
5	15	Salaoitus ja viemäriointi		m	80,000					
6	16	Täyttö ja tiivistys		m3	150,000					
7	17	Rakennusalueen rakenteet		m2	175,000					

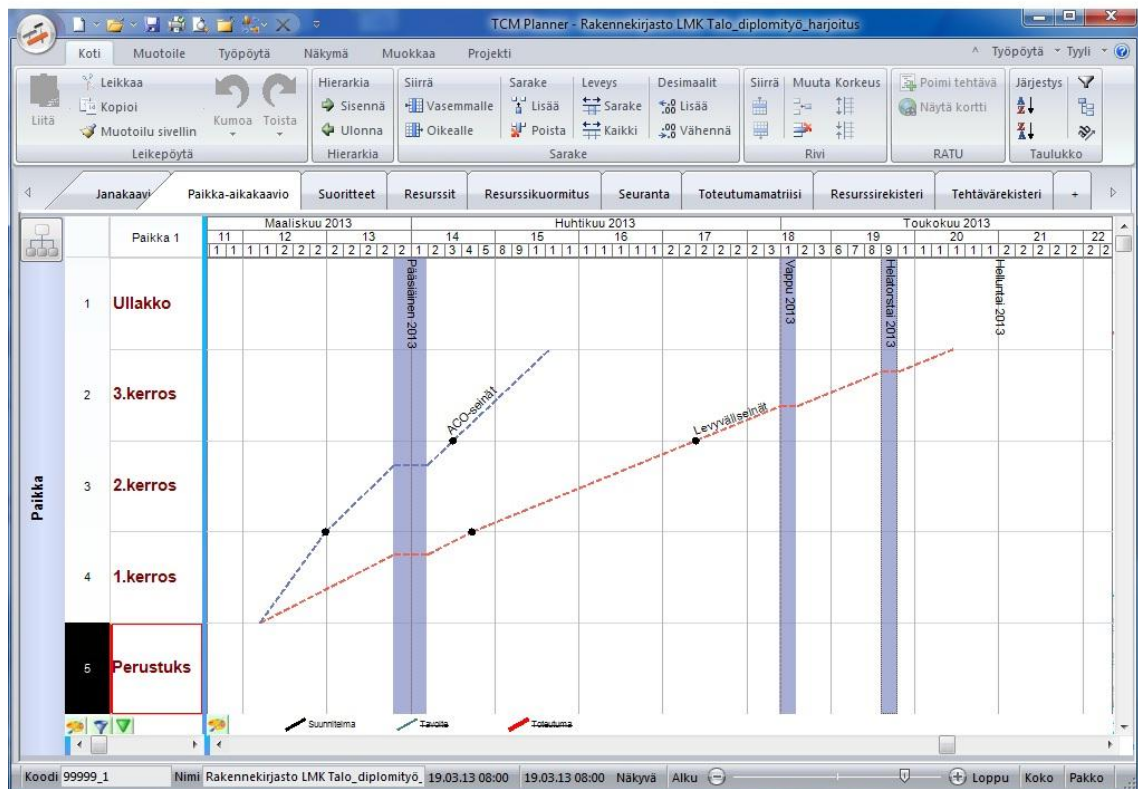
25 Väestönsuojarakenteet, 0 m2

Kuva 3.11: Tocoman Tuotannon aikataulutehtävät pääikkuna. Hankintatehtävät ja tavoitelaskelma-ikkunat ovat samankaltaisia.

TCM Tuotannossa luotu aikataulunimikkeistö voidaan linkittää TCM Planneriin, jossa aikataulutehtäville määritetään ajoitukset, ryhmittelyt, seurannat, resurssit ja raportit. Tavoitelaskelma voidaan linkittää TCM Seurantaan, mikä vastaa Lemminkäisellä käytössä olevaa Mesta kustannustenseuranta – ohjelmaa. Aikataulutehtävät, hankintatehtävät tai tavoitelaskelma voidaan tulostaa TCM Tuotannossa PDF- tai Excel-muodossa.

3.3.6 Tocoman Planner 1.1

TCM Planner on projektin aikataulutukseen tarkoitettu ohjelmisto, jolla voidaan luoda esimerkiksi sijaintikohtaisia ja suoritepohjaisia janakaavioita tai paikka-aikakaavioita. TCM Tuotantoon linkitetyt kustannuslaskennan määrät voidaan linkittää TCM Planneriin, jossa suoritetaan yksityiskohtaisempi aikataulutus. Määrät voidaan syöttää myös käsin tai siirtää leikepöydän kautta. Tiedonsiirto TCM Plannerin ja Tekla CM Task Managerin välillä onnistuu siirtotiedoston avulla. (TCM Planner käyttöohje. 2012)



Kuva 3.12: TCM Plannerin paikka-aikakaavion näkymä ACO-seinien ja levyväliseinien osalta.

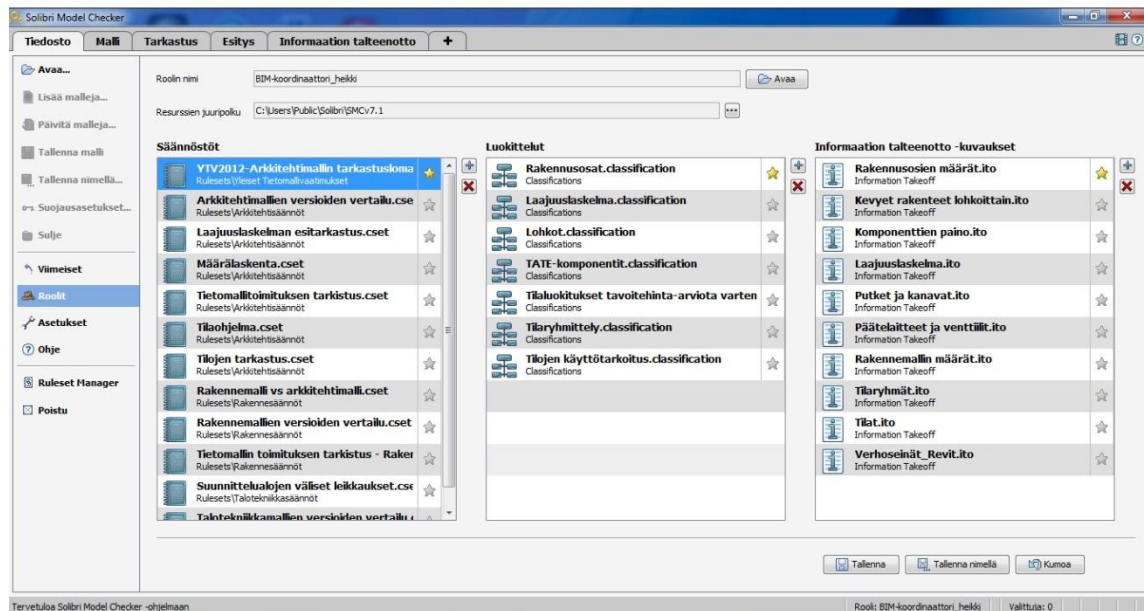
Jotta kustannuslaskennan määrään perustuva sijaintikohtainen aikataulutus voidaan tehdä, täytyy määrän sijaintierittelyn olla tehtynä jo kustannuslaskentaohjelmassa. Toinen vaihtoehto on irrottaa hanke tietokannassa, jolloin sijaintejakin voidaan muuttaa, mutta määrätieto ei ole enää yhteydessä kustannuslaskentaan. TCM Plannerissa on myös mahdollista käyttää apuna Ratu-tehtäviä aikataulutuksessa, jotka ovat ladattavissa RT-kortistosta.

3.3.7 Solibri Model Checker 7.1

Solibri Model Checker on tietomallien yhdistämiseen ja tarkastamiseen tarkoitettu ohjelmisto. Se mahdollistaa tietomallien sääntöpohjaiset tarkastukset sekä ongelmien raportoimisen. Informaation talteenotto -välilehden avulla saadaan käyttäjän haluamaa määrätietoa, esimerkiksi rakennusosien sijaintikohtaista määrätietoa.

Säännöt

Roolit ikkunassa (kuva 3.13) voidaan valita mitä säännöitä mallien tarkastamisessa, ryhmittelyssä ja määrälaskennassa halutaan käyttää. Säännöistä löytyvät valmiina esimerkiksi Yleisten tietomallivaatimusten mukaiset tarkastuslomakkeet niin arkkitehtimallille, rakennemallille, talotekniikkamalleille sekä näiden yhdistelmämallille.

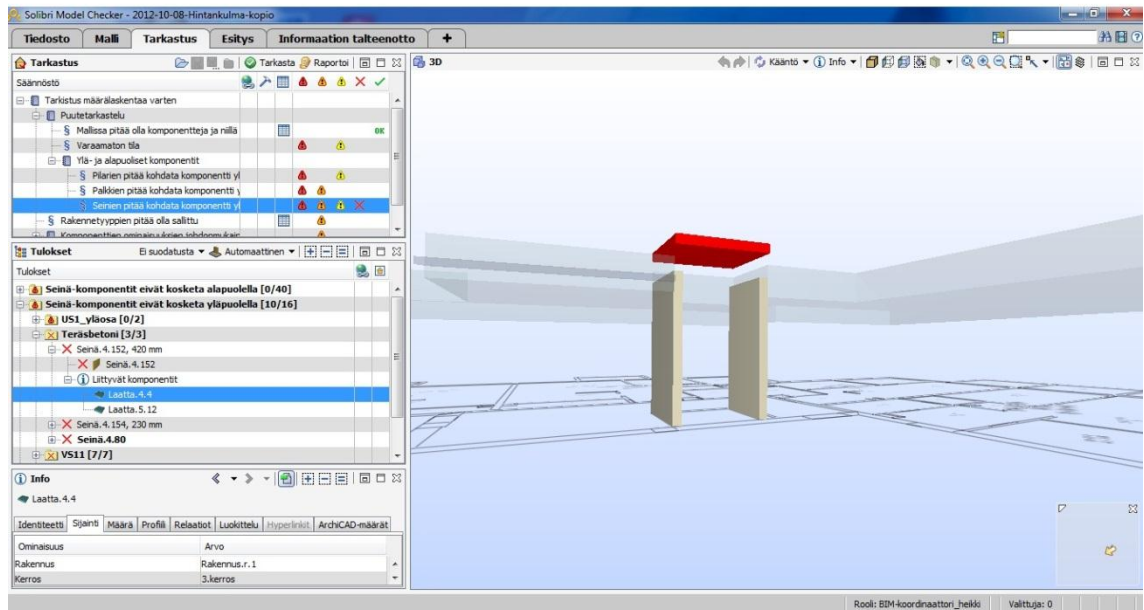


Kuva 3.13: Solibri Model Checkerin roolit ikkunassa voidaan valita käytettävät säännöt, luokittelut ja informaation talteenotto-kuvaukset.

Lemminkäisellä on tavoitteena luoda omat säännöt oman rakennekirjaston käytön tarkastamiseen. Säännöillä voitaisiin tarkastaa esimerkiksi ovatko suunnittelijat käyttäneet Lemminkäisen rakennekirjastosta poikkeavia rakennetyyppejä.

Mallin tarkastaminen

Malli tarkastetaan ennen määrälaskennan suorittamista vähintään säännöllä tarkastus määrälaskentaa varten, jossa selvitetään mallin puutteet, komponenttien ominaisuuksien johdonmukainen käyttäminen, identiteetti sekä leikkaukset ja päällekkäisyydet. Ilman tarkastusraportin ajamista esimerkiksi päällekkäisyyksiä on vaikea havaita suoraan mallista. Kuvassa (3.14.) on tarkastuksessa havaittu, että teräsbetoneinät eivät ylety hissi-kuilun laattaan asti. Määrälaskennassa aiheutuu tässä tapauksessa virhettä teräsbetoneinien seinäneliöitä ja tilavuutta laskettaessa.

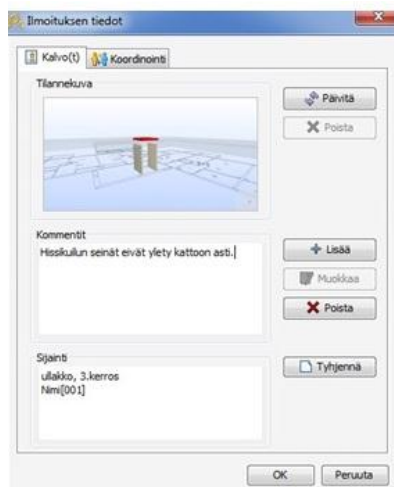


Kuva 3.14: Tarkastuksessa nähdään, että hissikulun seinät eivät ylety yläpuoliseen laattaan asti.

Varsinkin suurissa kohteissa tarkastusraportti tulostaa useita kohtia. Tällöin tarkastuksen tekijän on arvioitava, mitkä kohdat voivat aiheuttaa ongelmia ja virhettä määrälaskeintaan. Säännöstöjä voi myös räätälöidä sekä tarkastustoleransseja muuttaa.

Esitys

Ongelmakohdan havaittua siirrytään esitys-välilehteen, johon ilmestyy kuva tarkastuksessa ilmenevästä kohdasta (kuva 3.15). Esityslistaan voidaan lisätä useita kuvia, jotka lähetetään esimerkiksi suunnittelijalle, rakennuttajalle tai tilaajalle kommentoitaviksi. Osapuolet voivat avata tarkistetun ja kommentoidun tiedoston käyttämällä ilmaista Solibri Model Viewer versioita, missä mallia ja esitysraportteja voidaan katsoa ja kommentoida.



Kuva 3.15: Suunnitteluvirheestä voidaan tehdä ilmoitus suunnittelijalle.

Ilmoituksen tiedot-välilehden voidaan kirjoittaa kommentteja suunnittelijoille, sekä määrittää kenen vastuulla virheen korjaaminen on. Tarkastajan ja kohdan sijaintitiedot näkyvät automaattisesti ilmoituksessa.

Määrätiedon hallinta

Informaation talteenotto-välilehdessä mallista voidaan ottaa sijaintikohtaisesti määriä ja tulostaa määräluetteloita Excel-tiedostoon. Esimerkiksi asuntokohteen toisen kerroksen erilaisten ovityyppien lukumäärät (kuva 3.16) saadaan listattua lisäämällä mallipuusta 2. kerroksen ovet valintakoriin ja painamalla laske valitut määrät -työkalua.

The screenshot shows the Solibri Model Checker interface. On the left, there is a tree view with categories like 'Mallipuu', 'Luokittelu', and 'Valintakori'. The 'Valintakori' (Selection Basket) is currently empty. The main 3D view shows a building facade with various door elements highlighted in different colors (magenta, cyan, yellow). At the bottom right, there is a table titled 'Informaation talteenotto' (Information Capture) with columns for 'Rakennusosa' (Building Part), 'Tyyppi' (Type), 'Pinta-ala (netto)' (Area), 'Pituus' (Length), 'Tilavuus' (Volume), 'Lukumäärä' (Quantity), and 'Väri' (Color). The table contains three rows of data for door types.

Rakennusosa	Tyyppi	Pinta-ala (netto)	Pituus	Tilavuus	Lukumäärä	Väri
1315 Välovet	O1 Lukuovi ulko 15	9,49 m ²		204 l	5	Yellow
1315 Välovet	O1 Perusovi 15	38,36 m ²		1,23 m ³	18	Cyan
1315 Välovet	Ovi PK12	56,99 m ²		2,64 m ³	31	Magenta

Kuva 3.16: Asuntokohteen toisen kerroksen erilaiset ovityypit on näkyvissä eri väreillä. Kappalemäärät saadaan tuotettua Excel-tiedostoon raportoi-työkalun avulla.

Informaation talteenotto -työkalu soveltuu parhaiten työmaalle, missä sitä voidaan käyttää sijaintikohtaisten aikataulutusten, hankintojen tai työn suunnittelun tekemiseen. Ennen määrien ottamista on kuitenkin varmistettava, että Solibrissa käytettävä IFC-tiedosto antaa oikeaa määrätietoa.

4 CASE-MÄÄRÄLASKENTA

Tässä määrälaskenta luvussa esitetään Oulun Lemminkäisen oma asuntokohde Hintankulma. Kohteen case-esimerkkien avulla luodaan menettelyohjeet määrälaskennalle kustannuslaskentaa, aikataulutusta, keskitettyä hankintaa ja työn suunnittelua varten. Liitteessä 7 on esitetty tiivistettynä tässä luvussa luodut menettelyohjeet.

4.1 Case-kohde

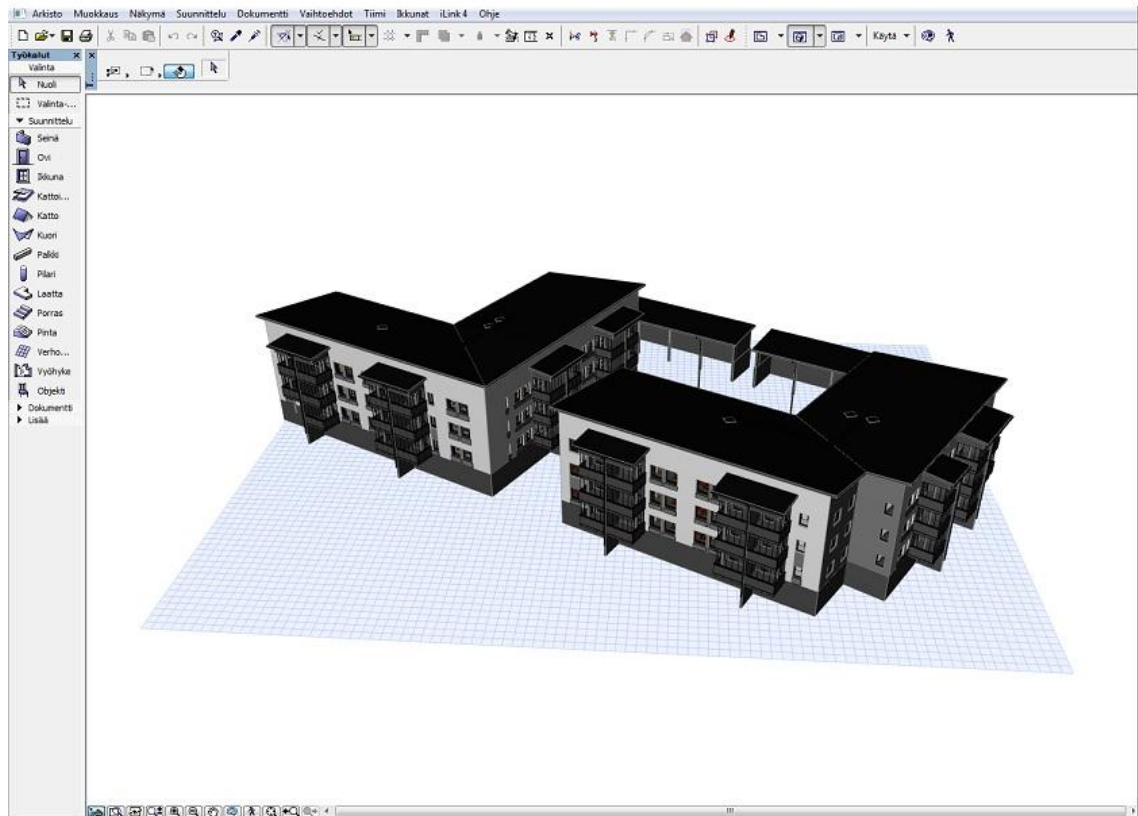
Case-kohteena on Lemminkäisen oma asuntokohde As Oy Hintankulma (kuva 4.1.), jonka rakennuttajana toimii Lemminkäinen Talo Oy:n Oulun organisaatio. Tämän tutkimuksen aikana (7.2.2013) kohteelle on tehty kustannusarvio. Rakentamisen on tarkoitus alkaa kevään 2013 aikana. Kohteen laajuustiedot ovat:

▪ Kerrosala 250mm seinäsäännöllä	3426 m ²
▪ Bruttoala lämmin + auto-/jätekatokset	3633 m ² + 289,4 m ²
▪ Tilavuus, lämmin	10584 m ³
▪ Piharakennukset	868,2 m ³
▪ Huoneistoala	3109 m ²

”As Oy Hintankulma on vapaarahoitteinen taloyhtiö. Yhtiöön kuuluu kaksi kolmekerrosista asuinkerrostaloa, A- ja B-talo, joissa on yhteensä 42 asuinhuoneistoa ja kaksi liikehuoneistoa. Huoneistoissa on oma sauna, lasitettu parveke ja huoneistokohtainen ilmanvaihto varustettuna lämmön talteenotolla.” (As Oy Hintankulma rakennustyöselitys 1.10.2012)

”Rakentaminen on suunniteltu toteutettavaksi vaiheittain siten, että B-talo rakennetaan ensimmäisessä vaiheessa ja A-talo rakennetaan toisessa vaiheessa.” (As Oy Hintankulma rakennustyöselitys 1.10.2012)

”A-talon ensimmäisessä kerroksessa on väestönsuoja, joissa sijaitsevat A-talon asuntojen huoneistokohtaiset irtaimistovarastot. B-talon ensimmäisessä kerroksessa on tekniset tilat ja B-talon asuntojen huoneistokohtaiset irtaimistovarastot. Erikseen myytävät autokatos- ja pihapaikat sijaitsevat tontilla.” (As Oy Hintankulma rakennustyöselitys 1.10.2012)



Kuva 4.1: Hintankulman A ja B talon arkkitehtimalli ArchiCAD 15 – ohjelmassa

Vain arkkitehtisuunnittelu on tehty mallintamalla, jonka vuoksi kaikki määrätieto laskeaan arkkitehtimallista. Lemminkäinen Talo Oy:n kustannuslaskija Riikka Hannuksela on mallintanut kohteeseen perustukset ja routaeristeet.

4.1.1 Mallin puutteet määrälaskennan kannalta

Ennen kustannuslaskentaa mallia päivitettiin neljä kertaa. Seuraavassa on esitetty muutamia ensimmäisen mallitarkastuksen yhteydessä huomattuja virheitä, jotka vaikuttavat määrälaskentaan. Mallitarkastuksen on tehnyt Lemminkäinen Talo Oy:n kustannuslaskija Riikka Hannuksela.



- Mallissa välipohjat ja yläpohjat on merkitty rakenteella ”Betonirakenne”, pitää olla rakennetyyppi
- Mallissa kantavat seinät ja parvekepielet on merkitty rakenteella ”Betonirakenne”, pitää olla rakennetyyppi
- Vesikatot on merkitty rakenteella ”Tyhjä”, pitää olla rakennetyyppi
- Parvekekaiteet ja luhtikäytävän kaiteet on erotettava toisistaan jollain tunnuksella.
- Parvekelaatat on merkitty rakenteella ”Betonirakenne, pitää olla rakennetyyppi
- Yläpohjan yläpuoliset ulkoseinän osat eroavat lämpimän tilan ulkoseinistä, rakennetyyppi pitää erottaa perusulkoseinistä
- Kantavat väliseinät menevät välipohjien ja yläpohjan ”sisälle”

- Talon alapuolella ylimääräisiä seiniä
- Ovet on eroteltava eri tyyppin oviksi
- Ikkunat on eroteltava (puu-alumiini/metalli)
- Väliseinien on yhdistyttävä ulkoseinään (Vyöhykkeet karkaavat)
- Vyöhykkeet on oltava joka tilassa (jakaminen esim. seinillä, joissa seinän korkeinen aukko)

Suunnittelijalle raportoitiin edellä olevat virheet, joita korjattiin päivitettyyn malliin. Mallin tarkastusta ja määrälaskentaa olisi helpottanut tietomalliseloste, jota ei kohteesta kuitenkaan pyynnöistä huolimatta saatu.

4.1.2 Mallin rakennetyypit

Kyseisessä rakennuskohteessa ei ole käytetty suunnittelun lähtötietoina Lemminkäisen omaa rakennekirjastoa. As Oy Hintankulman rakennetyypeistä löytyy kuitenkin Lemminkäisen rakennekirjaston mukaisia rakennetyyppejä. Esimerkiksi kohteen väliseinäntyyppi VS2 vastaa Lemminkäisen rakennekirjaston tyyppiä VS7 (kuva 4.2.).

K		Lp-tyyppi 11 VS 2		Lemminkäinen		Tyyppi VS 7	
Päivä 21.10.2011		Tila OK	45 603 092a	wise		Päivä	Sija
Lemminkäinen Rakennus Oy		Tila: Terveystieteiden, 4-kantava, 92 mm		Lemminkäinen Rakennus Oy		Tila: Terveystieteiden, 4-kantava, 92 mm	
		Määräyksien Käsittelyohje				Määräyksien Käsittelyohje	
							
<p>1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneistuksen mukaan</p> <p>13 ** 2 Kipsilevy, esim. Gyproc GN 13</p> <p>44 ** 3 Ilmoitus + mineraalvilla 70 mm + tehtaankorkeus R56 k 600 (K100M (sätkökäsiteltyä terästä tai puuranki 120 mm))</p> <p>13 ** 4 Kipsilevy, esim. Gyproc GN 13</p> <p>5 Pintamateriaali ja -käsittely huoneistuksen mukaan</p>				<p>1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneistuksen mukaan</p> <p>13 ** 2 Kipsilevy, esim. Gyproc GN 13</p> <p>44 ** 3 Ilmoitus + mineraalvilla 70 mm + tehtaankorkeus R56 k 600</p> <p>13 ** 4 Kipsilevy, esim. Gyproc GN 13</p> <p>5 Pintamateriaali ja -käsittely huoneistuksen mukaan</p>			
<p>TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUKORJEET:</p> <ul style="list-style-type: none"> - seinän liitokset rakennusarvioon sekä liitetyt detailinratkaisut mukaan - kivien seinän/tuulan/kaivon ja kipsilevyn välissä - saumassa elastinen /suojan saumausmassa - seinän min. korkeus 3600 mm - ei raskaita kiinnityksiä - jos raskaita kiinnityksiä tai pintamateriaalia laitetaan, raskuus k 300 - levytyksen tulvien käsittelyn ja raskaiden kiinnitysten kohdalla seinärakke vahvistetaan vahvistusrangan ja -kaivon väliseen järjestelmään - toimittajan ja rakennusurakoitsijan ohjeiden mukaan <p>ÄÄNENERISTÄVYYS: R_w ≥ 30 dB</p>				<p>TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUKORJEET:</p> <ul style="list-style-type: none"> - seinän liitokset rakennusarvioon sekä liitetyt detailinratkaisut mukaan - kivien seinän/tuulan/kaivon ja kipsilevyn välissä - saumassa elastinen /suojan saumausmassa - seinän min. korkeus 3600 mm - ei raskaita kiinnityksiä - jos raskaita kiinnityksiä tai pintamateriaalia laitetaan, raskuus k 300 - levytyksen tulvien käsittelyn ja raskaiden kiinnitysten kohdalla seinärakke vahvistetaan vahvistusrangan ja -kaivon väliseen järjestelmään - toimittajan ja rakennusurakoitsijan ohjeiden mukaan <p>ÄÄNENERISTÄVYYS: R_w ≥ 30 dB</p>			

Kuva 4.2: Sama väliseinärakenne on esitetty Hintankulman kohteessa tyyppinä VS2 ja Lemminkäisen rakennekirjastossa tyyppinä VS7.

Ongelmia määrälaskentaan aiheuttavat varsinkin arkkitehtimallin väliseinäntyyppien nimeämisen ristiriitaisuudet. Esimerkiksi kohteen rakennetyyppiluettelon VS2 on arkkitehtimallissa nimetty eriävästi VS3 kopioksi.

4.1.3 Määrien vertailu ohjelmistojen välillä

iLink4:in ja Solibrin määrälaskennan arvot poikkeavat hieman toisistaan. Kuvassa 4.3. on vertailu As Oy Hintankulman eri väliseinätyyppien määrätietoa kyseisissä ohjelmistoissa. iLink4:llä tulee suorittaa kohteen kustannuslaskenta. Solibri soveltuu työn suunnitteluun.

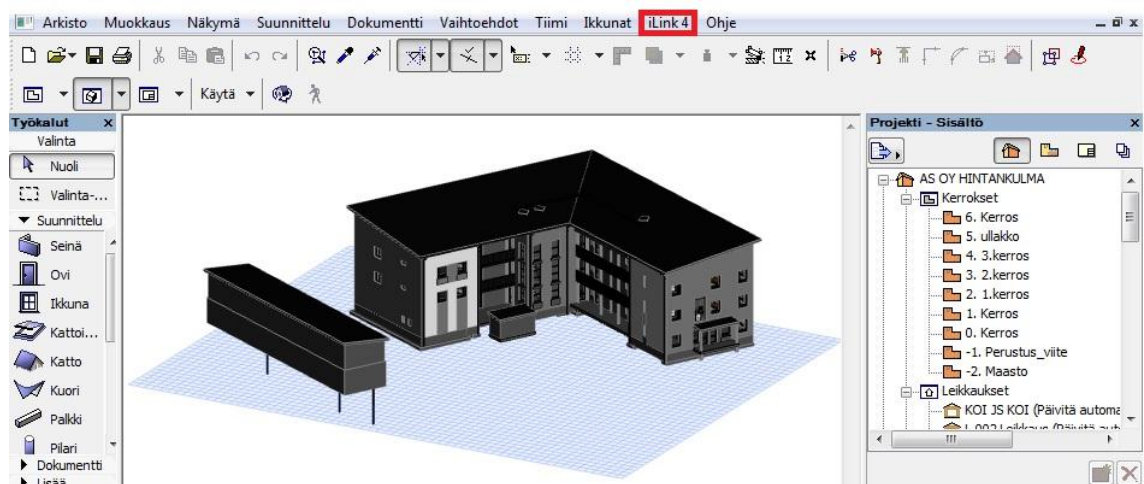
Rakennusosa	TCM iLink4	Solibri Model Checker 7.1	Yks.
45 Kevyet väliseinät (seinäala)			
ACO 68mm	381,4	392,7	m2
Kipsilevyseinä 92mm	484,5	487,1	m2
Kipsilevyseinä 92mm EI 30	137,7	144,5	m2
Kipsilevyseinä 126mm	111,9	112,4	m2
45 Kevyet väliseinät (pituus)			
ACO 68mm	167,7	168,7	jm
Kipsilevyseinä 92mm	217,6	218,5	jm
Kipsilevyseinä 92mm EI 30	58,3	58,5	jm
Kipsilevyseinä 126mm	59,4	59,7	jm
52 Sisäseiniä pintarakenteet (seinäala)			
PH	538,9	643,2 (541,1)	m2
WC	117,2	137 (115,5)	m2

Kuva 4.3: Määrätiedon vertailu TCM iLink4:in ja Solibri Model Checkerin välillä. iLink4:in määrätieto on tuotettu natiivimallista ja Solibrin IFC-mallista.

Natiivimallin ja IFC-mallin välillä huomataan jonkin verran eroavaisuuksia määrätiedoissa. Ongelmallisin tilanne määrälaskennan kannalta huomataan vyöhykkeissä, jotka on mallinnettu 3 metriin asti, vaikka huonekorkeus on 2,58 m. iLink4 osaa rajata tilan päättyvän 2,58 metriin yläpuolisten rakenteiden avulla, mutta Solibrissa tilojen seinäalat lasketaan vyöhykkeen korkeuteen, eli 3 metriin asti. Tällöin esimerkiksi seinälaatoituksen osalta IFC-mallista saadaan väärää määrätietoa.

4.2 Kustannuslaskenta

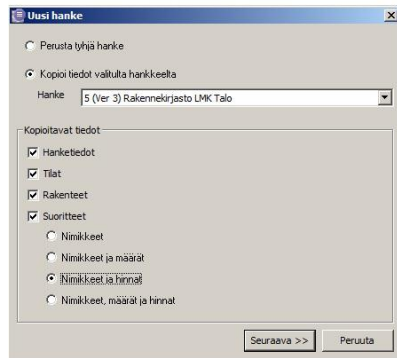
Case-määrälaskenta kustannuslaskentaa varten suoritetaan As Oy Hintankulman B talolle (kuva 4.4.). Mallista ei lasketa määriä autokatokselle tai muille ulkopuolisille rakenteille. Laskenta suoritetaan arkkitehdin mallista Archicad 15 – ohjelmasta. Määrät ryhmitellään Tocoman iLink4:issä ja linkitetään Tocoman PRO Estimate – kustannuslaskentaohjelmaan.



Kuva 4.4: As Oy Hintankulman B-talo. Punaisella on neliöity määrälaskennassa käytettävä iLink4 työkalu.

Lähtötiedot tarkastetaan käyttämällä Solibri Model Checkerin ohjelmallista säännöstöihin perustuvaa tarkastusta. Tarkastuksessa käytetään ”tarkastus määrälaskentaa varten” säännöstöä. Luvussa 3.3.7 on esitetty tarkemmin tarkastusraportin tekeminen.

Mallin tarkastamisen jälkeen luodaan TCM PRO – kustannuslaskentaohjelmaan määrätiedon linkittämiseksi käytettävä hanke. Hanke voidaan luoda joko tekemällä kaikki rakenteet, suoritteet ja panokset itse, tai laskennassa voidaan käyttää pohjana jotakin aikaisemmin luotua hanketta (kuva 4.5.).



Kuva 4.5: TCM PROssa voidaan luoda uusi hanke kopioimalla aikaisemman projektin tiedot. Kopioitavat tiedot -kohdassa valitaan mitkä tiedot siirretään uuteen hankkeeseen.

Tässä työssä pohjana käytetään Lemminkäisen rakennekirjaston asuinkerrostalon luonnosversioita, jossa on valmiina rakenteita, suoritteita ja panoksia. Suoritteita voidaan vaihtaa suoritteet-välilehdessä koodi-sarakkeesta. Muissa hankkeissa käytettyjä rakenteita ja suoritteita sekä panoksia saadaan haettua standardit-välilehdessä.

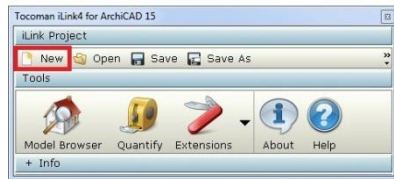
4.2.1 Määrien ryhmittely

Määrätietoa haetaan arkkitehtimallista avaamalla Archicad 15 -ohjelma ja ohjelmaan asennettu iLink4-lisätyökalu. iLink4-lisätyökalusta valitaan ”Show Main Palette” ja avautuvasta ”options” ikkunasta (kuva 4.6.) ”all”, eli lasketaan kohteen kaikki määrät.



Kuva 4.6: Options-ikkunassa iLink Filter -välilehdessä määritetään mitä määrätietoa mallista halutaan laskea.

Seuraavaksi avautuu iLink Project -työkaluvalikko (kuva 4.7.), jonka avulla mallin määrittäminen ryhmitellään.



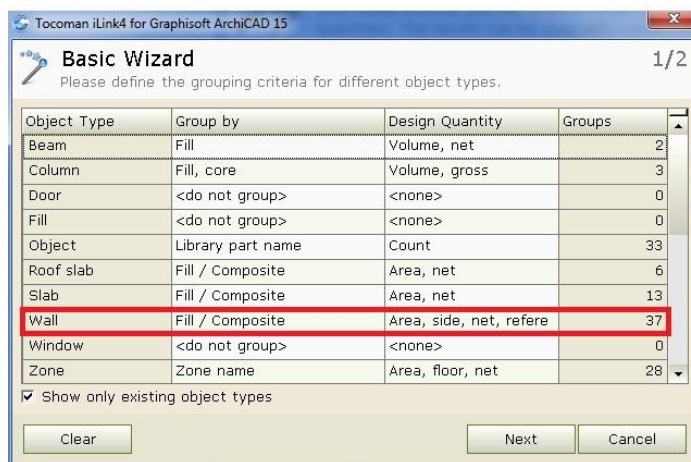
Kuva 4.7: iLink4 pääikkuna avattuna

Valitaan uusi projekti (New), missä määritetään luodaanko uusi tyhjä projekti vai avataanko TCM PRO:hon luotu projekti tuoterakenteineen. Valitaan ensimmäisessä (1/4) avautuvassa ikkunassa ”Download recipes from Tocoman Express” (tuotereseptit ladataan Express-palvelimelta TCM PRO:sta) ja toisessa (2/4) ”Building elements and components” (määrätiedon linkittäminen tapahtuu rakenne- ja suoritetasolla). Kolmannessa ikkunassa (3/4) määritetään käytettävä palvelin ja käyttäjätunnukset. Neljännessä ikkunassa (4/4) valitaan hanke, jonka tuoterakenteisiin määrätietoa viedään. TCM PRO:ssa on muistettava valita hanke aktiiviseksi Express projektiksi, muuten hanketta ei voida valita neljännessä ikkunassa (kuva 4.8.).

Tunnus	Ver	Nimi	PTP	Hanketyyppi	Rakennustyyppi	Hankeryhmä	Nimikeistö
9999999	1	Rakennekirjasto LMK Talo_2013					Talo 80

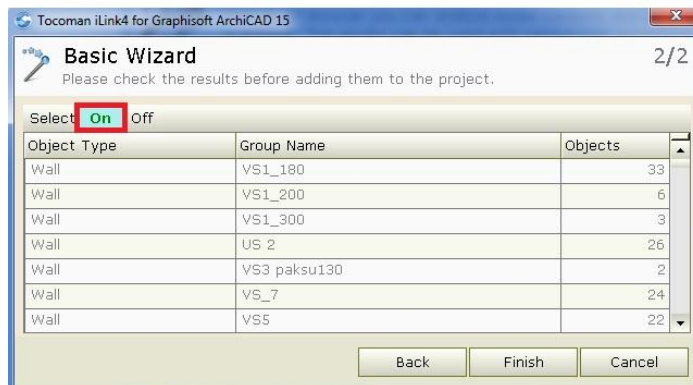
Kuva 4.8: Määrätietoa ei voida linkittää, jos TCM PRO:n hanke ei ole aktiivinen Express-projekti. Hankkeen tunnuksen edessä on oltava sininen iLink4-tunnus. Hanke saadaan aktivoitua TCM PRO:ssa.

Seuraavaksi ryhmitellään mallin objektit Model Browserissa käyttäen ”Basic Wizard” tai ”Advanced Wizard” komentoa. Esimerkiksi Seinät ryhmitellään Basic Wizardissa valitsemalla ”wall” kohtaan ”Fill/Composite”. Määrätiedoksi valitaan esimerkiksi ”Area, side, net, reference” (kuva 4.9.), jolloin seinän nettoneliöt lasketaan emäviivan puolelta.



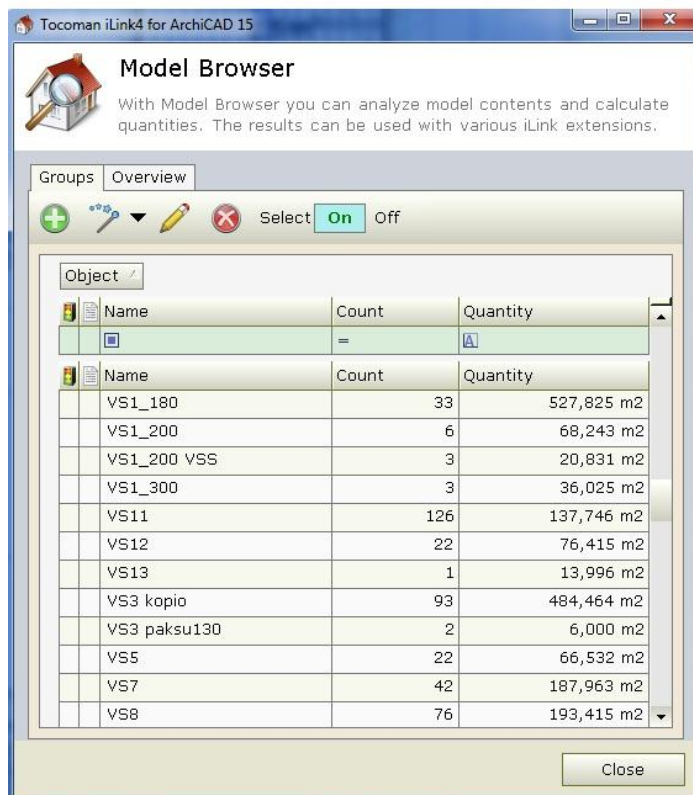
Kuva 4.9: Basic Wizardissa suoritettava ryhmittely. Advanced Wizardia kannattaa käyttää yleensä ovien, ikkunoiden ja tilojen ryhmittelyssä. Tässä tapauksessa tilat saadaan ryhmiteltyä tarvittavalla tarkkuudella Basic Wizardissa.

Seuraavaksi avautuu ikkuna, jossa nähdään mitä määrätietoa saadaan valituilla ryhmittelysäännöillä. ”On” painikkeella voidaan katsoa mallista missä valittu määrätieto sijaitsee (kuva 4.10.).



Kuva 4.10: Ryhmittelysäännöillä saadaan erityyppiset seinärakenteet jaoteltua. ”On” painikkeen avulla havainnollistetaan ryhmittelyllä saadut rakenteet.

Advanced Wizardia käytettiin ryhmiteltäessä ovet ja ikkunat. Ovien ryhmittelysääntönä käytettiin ”Library Part Name”, ”ID” ja ”Width” komentoja. Tässä kohteessa kaikki ovet olivat yhtä korkeita, joten ”Height” komentoa ei tarvinnut käyttää. Ikkunoiden ryhmittelyssä käytettiin ikkunaukkojen neliömääriin perustuvia ryhmittelysääntöjä. Objektien ryhmittelyn jälkeen Model Browserissa voidaan tarkastella saatuja määriä (kuva 4.11).

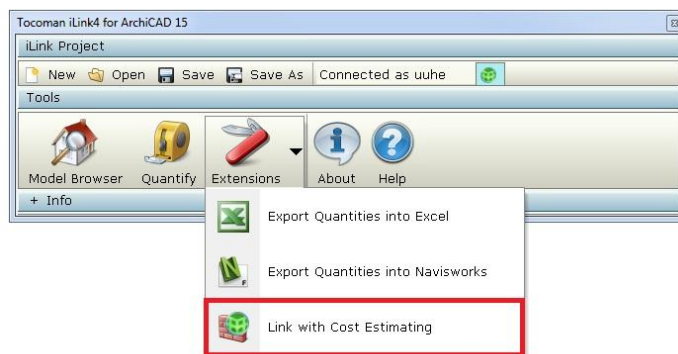


Kuva 4.11: Model Browserissa voidaan tarkastella objektien ryhmittelyn tuloksia. Näkyvässä on väliseinien määrätietoa.

Mallin objektien ryhmittelyssä huomattiin muutamia ongelmia. Väliseinien nimeäminen ei ollut johdonmukaista, jolloin ylimääräistä aikaa meni selvittäessä rakennetyyppien ominaisuuksia. Esimerkiksi väliseinätyyppi VS3 kopio mallissa vastasikin rakennetyyppikirjaston VS2:sta. Väestösuojan kantavia rakenteita oli hankala laskea suoraan, kun samaan rakenteeseen oli mallinnettu betoniosa ja ulkoverhoukset. Tällöin betonin tilavuus on laskettava kaavojen avulla (linkityksessä). Monien rakenteiden osalta määrälaskentaa olisi helpottanut jos kohteesta olisi tilattu myös rakennemalli.

4.2.2 Määrien linkittäminen kustannuslaskentaohjelmaan

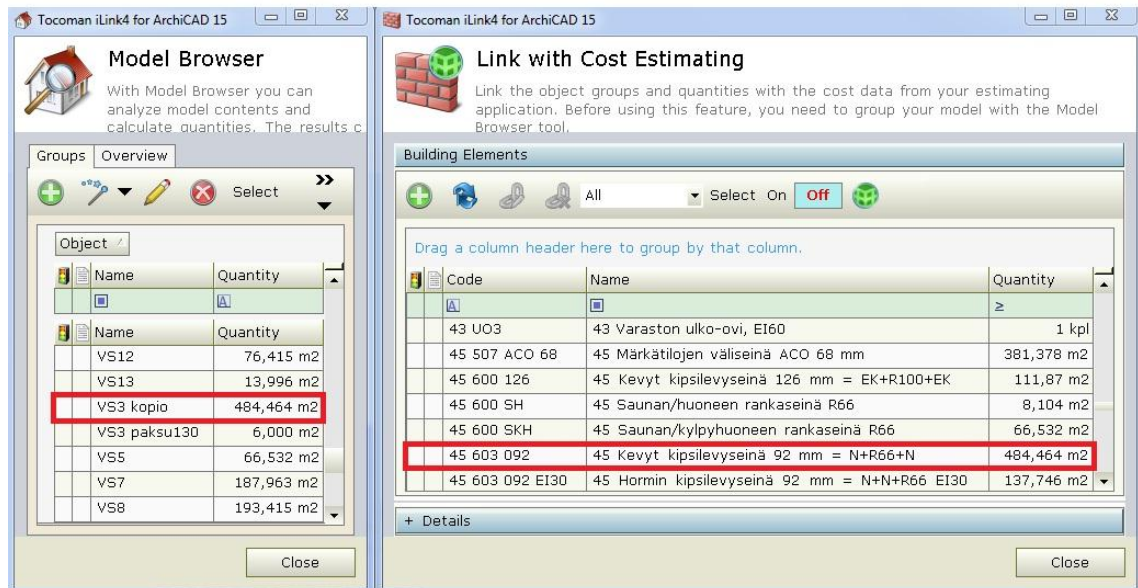
Määrien linkittäminen kustannuslaskentaohjelmaan tapahtuu Extensions-työkalun avulla, jossa voidaan valita tuodaanko ryhmitellyt määrät Exceeliin, Navisworksiiin vai linkitetäänkö määrät suoraan TCM PRO – kustannuslaskentaohjelmaan (kuva 4.12.).



Kuva 4.12: Extension-työkaluvalikossa valitaan ”Link with Cost Estimating”, jolloin määrät tuodaan TCM PRO – kustannuslaskentaohjelmaan.

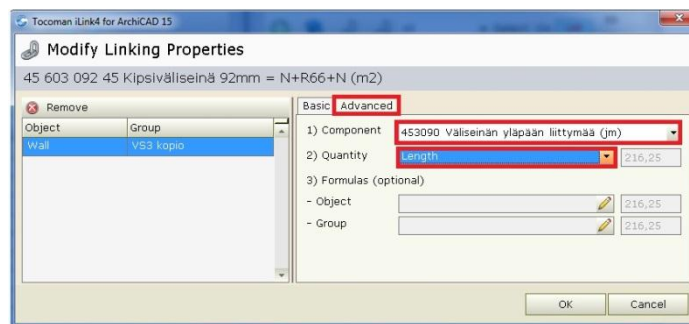
Model Browserista määrätieto vietään Link with Cost Estimating – ikkunaan, jonka avulla määrät siirtyvät Express-palvelimelle ja sitä kautta TCM PRO - kustannuslaskentaohjelmaan.

Esimerkiksi väliseinätyyppi VS 3 kopio on 92mm kevyt kipsilevyseinä. Lemminkäisen rakennekirjastossa kyseisellä väliseinätyypillä on koodi 45 603 092. Valitaan Model Browserissa ”VS 3 kopio” ja vietään määrätieto hiiren avulla Link with Cost Estimating – ikkunassa vastaavaan koodin omaavan ”kevyt kipsilevyseinä 92mm = N+R66+N” päälle (kuva 4.13.).



Kuva 4.13: Vasemmalla on avattuna Model Browser ja oikealla Link with Cost Estimating – ikkuna.

Kun väliseinätyypin ”VS 3 kopio” määrätieto viedään Link with Cost Estimating -tuoterakenteiden puolelle, niin avautuu ikkuna, jossa määritetään linkitetäänkö määrätietoa rakennusosatasolla ”Basic” vai myös suoritetasolla ”Advanced” (kuva 4.14.). Esimerkiksi suoritteen ”kipsilevyseinän liittyminen kattoon juoksumetreinä” saadaan vaihtamalla ”Advanced” kohdassa ”Length”, joka laskee seinän pituuden juoksumetreinä.



Kuva 4.14: Objektien linkittäminen suoritetasolla tapahtuu Advanced-välilehdessä, jossa valitaan suorite ja suoritteelle määrä.

Advanced kohdassa voidaan myös luoda kaavoja (”Formulas”), joiden avulla määrätietoa lasketaan. Esimerkiksi keittiön seinälaatoituksessa arvioitiin kaavojen avulla seinäneliöt. Tällöin valittiin Model Browserin tiloista keittiöiden lukumäärät ja lisättiin kaava ” $x * (0.6 * 3)$ ”, missä x on keittiöiden lukumäärä ja luvut 0.6 ja 3 arvioidut laatoituksen korkeus ja leveys.

Määrätieto viedään TCM PRO – kustannuslaskentaohjelmaan Link with Cost Estimating – ikkunan oikeassa yläkulmassa olevasta ”Export to Tocoman Express” painikkeella. Määrätietoa voidaan viedä kustannuslaskentaohjelmaan yhteen tai useampaan sijain-

tiin, esimerkiksi kerroksittain. Kerrokset tulee luoda TCM PRO:n Osittelu-työvalikossa ennen kuin määrätietoa viedään kustannuslaskentaohjelmaan. Sijaintikohtaisen määrätiedon linkittämisessä Express-palvelimelle valitaan seuraavat kohdat:

- 1/4 Valitaan ”Export Quantities by Location”
- 2/4 Valitaan ”Export to Multiple Locations”
- 3/4 Lisätään Add-valikosta esimerkiksi ”Location, story, name”
- 4/4 Muokataan mallin sijainnit vastaamaan TCM PRO:hon luotuja sijainteja

Tuotu määrätieto saadaan näkyviin TCM PRO:ssa painamalla päivitä-painiketta. Kuvasssa 4.15. nähdään TCM PRO:hon linkitetty määrätieto sinisellä värillä. Esimerkiksi kevyeen väliseinään 45 603 092 on linkitetty rakennusosatasolla seinäneliöt ja suoritetasolla levyseinien liittyminen kattoon juoksumetreinä. Muut suoritteet ja kaikki panokset johdetaan menekkien ja kaavojen avulla.

The screenshot displays the TCM PRO software interface. The main window shows a list of building components (Luokka, Luokan nimi, Koodi, Selite, Määrä, Yks, EUR /yks, EUR yht). The selected component is '45 603 092 Kevyt väliseinä 92 mm = N+R66+N'. Below this, there are sections for 'Valitse suorite tai luo uusi' (selecting a component) and 'Valitse ominaisuus tai luo uusi' (selecting a property). The 'Valitse suorite tai luo uusi' section shows a table with columns for Koodi, Selite, Yks, Määrä, Menekki, and Kaava. The 'Valitse ominaisuus tai luo uusi' section shows a table with columns for Muuttuja, Selite, and Arvo. At the bottom, there is a table for 'Valitse panos tai luo uusi' (selecting a material) with columns for PL, PBYhmä, Panosnimi, Yks, Menekki, Teho, h%, Määrä, Hinta, Lu, EUR/yks, EUR yht, Val, Pano, Kärtes, Järjestys, Sis.tunnus, Ryhmä, and Kerro.

Luokka	Luokan nimi	Koodi	Selite	Määrä	Yks	EUR /yks	EUR yht
AR	Ovet	43 UO1	43 Asumon ulko-ovi	9	kpl		
AR	Ovet	43 UO3	43 Varaston ulko-ovi, EI60	1	kpl		
AR	Kevyet väliseinät	45 507 ACO 68	45 Märkätilojen väliseinä ACO 68 mm	381	m2		
AR	Kevyet väliseinät	45 600 125	45 Kevyt kipsilevyseinä 125 mm = EK+R100+EK	112	m2		
AR	Kevyet väliseinät	45 600 SH	45 Saunan/huoneen rankaseinä R66	8	m2		
AR	Kevyet väliseinät	45 600 SKH	45 Saunan/kylyhuoneen rankaseinä R66	67	m2		
AR	Kevyet väliseinät	45 603 092	45 Kevyt kipsilevyseinä 92 mm = N+R66+N	484	m2		
AR	Kaiteet, hoitotasot ja -sillat	47 LUH KAID	47 Luhdin kaide	36	jm		
AR	Kaiteet, hoitotasot ja -sillat	47 PARV KAID	47 Parvekekaide+liistus	125	jm		

Koodi	Selite	Yks	Määrä	Menekki	Kaava
4560	Levyväliseinä, kipsilevy mol. puol., pelti	m2	484,5	1,000	
5895	Maalaus- ja tasoitetyöt, kipsilevyseinät	m2	484,5	1,000	
4561	Levyseinien liittyminen kattoon	jm	216,3	0,446	

Muuttuja	Selite	Arvo
pituus (m)		0,000

PL	PBYhmä	Panosnimi	Yks	Menekki	Teho	h%	Määrä	Hinta	Lu	EUR/yks	EUR yht	Val	Pano	Kärtes	Järjestys	Sis.tunnus	Ryhmä	Kerroi
1		RÄM	h	0,050	20,000	0	11					EUR	✓					1,00
2		liikävilla	jm	1,000		0	216					EUR	✓					1,00
3		elastinen kitti	jm	2,000		0	433					EUR	✓					1,00

Kuva 4.15: TCM PRO:hon on tuotu iLinkin määrätiedot.

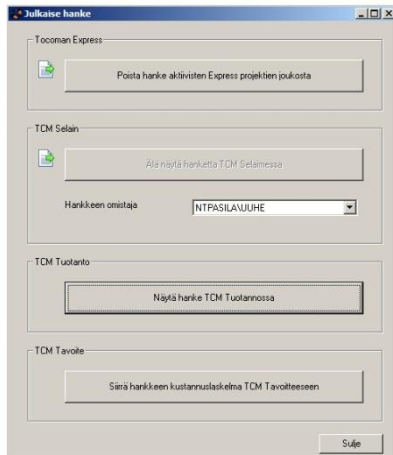
TCM PRO:hon voidaan myös luoda uusia tuoterakenteita linkittämisen välillä. Tällöin iLinkin ”Link with Cost Estimating” ikkunassa painetaan synkronointi-toimintoa, jolloin luotu tuoterakenne tulee näkyviin kyseiseen ikkunaan.

4.3 Aikataulutus

Case-aikataulutuksessa esitetään määrien linkittäminen TCM PRO – kustannuslaskentaohjelmasta TCM Tuotanto – ohjelmaan. TCM Tuotannossa luodaan aikataulutehtävät, joille kohdistetaan kustannuslaskennan määrätietoa. Tämän jälkeen aikataulutehtävät linkitetään TCM Planneriin, jossa suoritetaan yksityiskohtaisempi aikatauluttaminen. Määrätietoa voidaan siirtää myös suoraan natiivi- tai IFC-mallista TCM Planneriin.

4.3.1 Kustannuslaskennan määrät

Hankkeelle laaditun kustannusarvion määrätiedot julkaistaan TCM PRO:ssa TCM Tuotantoon (kuva 4.16.). Hankkeen oltua julkaistuna TCM Tuotannossa määrätietoa ei voida muokata enää kustannuslaskentaohjelmassa. Määrätiedot voidaan palauttaa kustannuslaskentaohjelmaan perumalla hankkeen julkaisu.



Kuva 4.16: Kustannuslaskentaohjelmassa halutun hankkeen päällä painetaan hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan kohta ”julkaise hanke”. Tällöin avautuu yllä oleva valikko, josta voidaan valita näytetäänkö hanke TCM tuotannossa.

Seuraavaksi kirjaututaan TCM Tuotantoon, jossa avataan julkaistu hanke. Hankkeen avaamisen jälkeen valitaan kuvan 4.17. mukaisesti kohta aikataulutehtävät.



Kuva 4.17: Hanketta voidaan muokata aikataulutehtävien, hankintatehtävien tai tavoitelaskelmien näkökulmista.

Aikataulutehtävät-kuvakkeen valitsemisen jälkeen määritetään mitä aikataulunimikkeistöä halutaan käyttää pohjana. Valitaan käytettäväksi Tocoman yleisaikataulunimikkeistö. Tämän jälkeen avautuu valikko (kuva 4.17.), jossa voidaan tarkastella tai muokata Tocoman yleisaikataulunimikkeistön aikataulutehtäviä. Työkalupalkissa vihreällä plus-painikkeella voidaan lisätä ja punaisella rastilla voidaan poistaa aikataulutehtäviä. Kuvassa 4.18. on neliöity punaisella painike, jonka avulla kustannuslaskelmarivejä voidaan liittää aikataulutehtäville.

Tunnus	Nimi	Määrä	Yks	Kapasiteetti [yks/tv]	Kesto [tv]	H/Yks	H	Puite [h/yks]	Puite [h]
11	Raivaus ja purku		m2	6 700,000					
12	Maankaivu		m3						
13	Louhinta		m3	150,000					
14	Pohjarakenteet ja vahvistus		m	200,000					
15	Salaojitus ja viemärinti		m	80,000					
16	Täyttö ja tiivistys		m3	150,000					
17	Rakennusalueen rakenteet		m2	175,000					

Kuva 4.18: Näkyvissä on aikataulutehtävien päävalikko. Punaisella on neliöity painike, jossa kustannuslaskennan määrätietoa liitetään aikataulutehtäville.

Kustannuslaskennan rivejä voidaan liittää rakennusosatasolla, suoritetasolla tai sijaintikohtaisesti suoritetasolla (kuva 4.19.). Jos määriä halutaan liittää sijaintikohtaisesti, niin sijaintierittely tulee olla tehtynä jo kustannuslaskentaohjelmassa. Kustannuslaskentatietojen liittäminen tapahtuu säännösten, aikaisempien projektien mukaisesti tai yksitellen aikataulutehtäville. Tässä työssä kustannuslaskelmarivit liitetään yksitellen, tällöin varmistetaan, että haluttu määrätieto saadaan kohdistettua oikeaan sijaintiin.

AK	Luokka	Luokan nim	Kood	Selite
89	AR	43	Ovet	43 UO1 43 Asunnon ulko-ovi
90	AR	43	Ovet	43 UO3 43 Varaston ulko-ovi, EI60
91	AR	45	Kevyet väliseinät	45 507 ACO 45 Märkätilojen väliseinä ACO 68 mm
92	AR	45	Kevyet väliseinät	45 600 126 45 Kevyt kipsilevyseinä 126 mm = EK
93	AR	45	Kevyet väliseinät	45 600 SH 45 Saunan/huoneen rankaseinä R66
94	AR	45	Kevyet väliseinät	45 600 SKH 45 Saunan/ky/psyhuoneen rankaseinä
95	AR	45	Kevyet väliseinät	45 603 092 45 Kevyt kipsilevyseinä 92 mm = N+F

Kuva 4.19: Kustannuslaskennan rivejä voidaan liittää rakennusosatasolla, suoritetasolla tai sijaintikohtaisella suoritetasolla (punainen). ACO-seinät (sininen) ja levyväliseinät (vihreä) eriteltiin omiksi aikataulutehtäviksi.

Liitetään kevyiden väliseinien kustannuslaskennan määrätieto rakennusosatasolla aikataulutehtäville (kuva 4.20.). Valitaan kustannuslaskentariveiltä hiirellä ”control” pohjassa kaikki levyseiniä vastaavat rivit. Valinnan jälkeen ”tuplaklikataan” hiirellä 452 levyseinät – aikataulutehtävää, jolloin määrätieto kohdistuu aikataulutehtävälle. Kohteen ACO-seinille luotiin oma 453 ACO-seinät – aikataulutehtävä, jolle kustannuslaskennan ACO-seinien määrätieto kohdistettiin.

Liittämisen jälkeen palataan aikataulutehtävät-valikkoon, jossa määritetään mitoittavat määrätiedot. Valitaan levyväliseinät aikataulutehtävä ja kustannuslaskelmarivivälilehdestä halutut rivit ”control” pohjassa, joiden perusteella aikataulutuksen kesto lasketaan. Painetaan hiiren oikeaa näppäintä ja asetetaan Sum-rasti valituille, jolloin saadaan tässä tapauksessa mitoittavaksi määrätiedoksi 671 m² (kuva 4.20.). Tehdään sama toistettuna ACO-seinille.

The screenshot shows the TCM TUOTANTO software interface. At the top, there's a navigation bar with 'Hankkeet' and '99999 ver 1 Rakennekirjasto LMK Talo_diplomityö_ha'. Below that, a table lists tasks with columns: Tunnus, Nimi, Määrä, Yks, Kapasiteetti [yks/tv], Kesto [tv], H/Yks, H, Puite [h/yks], Puite [h], Alkaa, and Päättyy. Row 27 is highlighted in red, showing 'Levyväliseinät' with a quantity of 671 m². Below the table, there's a section for '452 Levyväliseinät, 0 m²'. At the bottom, a 'Kustannuslaskelmarivit' table is visible, showing a context menu for the 'Levyväliseinät' row with options like 'Aseta sum-rasti valituille' and 'Poista sum-rasti valituilta'.

Kuva 4.20: Kustannuslaskelmarivien liittämisen jälkeen valitaan aikataulutehtäville mitoittavat määrätiedot.

Pystysarakkeessa puite (h) tarkoittaa kustannuslaskennassa varattua aikaa työn teettämiselle. Sarake ”H” puolestaan ilmoittaa arvioidun työn keston määrätiedon ja kapasiteetin avulla laskettuna. Tässä tapauksessa levyväliseinille on kustannuslaskennassa varattu 653 h, kun taas työkapasiteetin ollessa 18 yks/tv saadaan oletustyöryhmällä 1 RAM ja 1 RM työn kestoksi 596 h. Oletustyöryhmä-välilehdessä voidaan muokata oletettuja resursseja. Tarkempi resurssien kohdistaminen ja aikataulutaminen tehdään TCM Plannerissa.

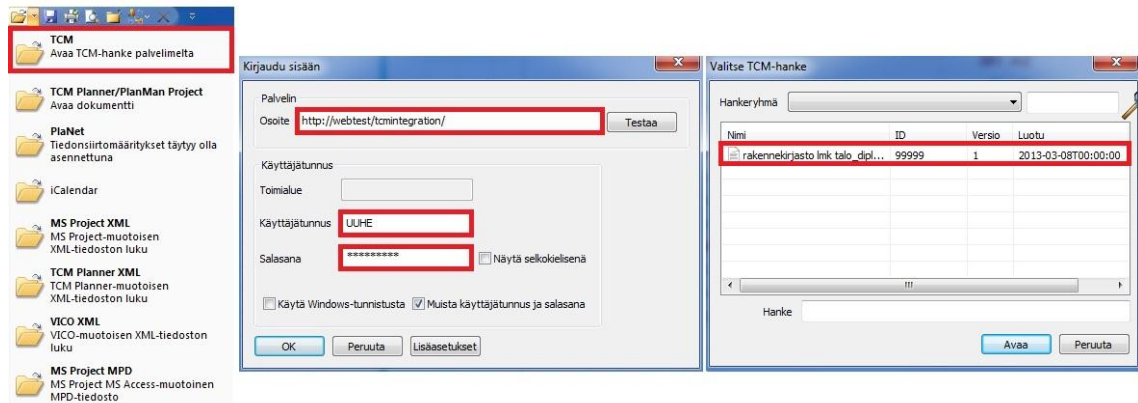
Kustannuslaskelmarivien kohdistamisen ja mitoittavien määrätietojen valitsemisen jälkeen hanke julkaistaan TCM Planneriin, jossa suoritetaan tarkennettu aikataulutaminen.

Julkaisu tapahtuu työkalupalkin muita toimintoja – valikossa julkaise Planneriin – komennolla (kuva 4.21.).



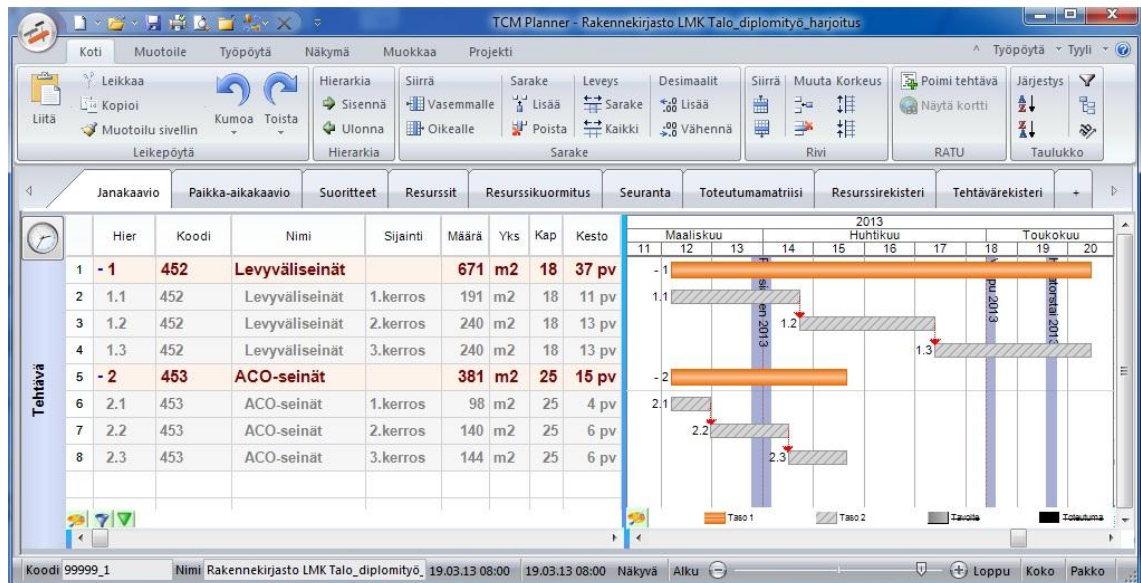
Kuva 4.21: Hankkeen julkaisu TCM Planneriin tapahtuu aikataulutehtävät-näkymän työkalupalkissa.

Aikataulutehtävien julkaisemisen jälkeen avataan TCM Planner ja avataan avaa kansio – valikko, josta puolestaan valitaan avaa TCM-hanke palvelimelta. Seuraavaksi avautuu kirjautumisvalikko, johon syötetään käytettävän palvelimen osoite ja käyttäjätunnus sekä salasana. Painetaan ”ok” ja valitaan avautuvasta listasta haluttu hanke (kuva 4.22.).



Kuva 4.22: TCM Tuotannon aikataulutehtävät saadaan avattua TCM Plannerissa avaa TCM-hanke palvelimelta komennolla (vasen). Tämän jälkeen syötetään käytettävän palvelimen osoite sekä tunnukset (keskellä). Lopuksi valitaan TCM hanke listalta (oikealla).

TCM Planneriin avautuu hankkeen TCM Tuotannossa määritellyt aikataulutehtävät kustannuslaskennassa tehtyjen sijaintierittelyjen mukaisesti. Kuvassa 4.23. on TCM Plannerissa avatut aikataulutehtävät janakaavio-näkymässä. Aikataulutehtäville on asennettu riippuvuudet.



Kuva 4.23: TCM Plannerin janakaavio näkymä levyväliseinien ja kevyiden väliseinien osalta.

Tässä työssä tarkempi aikataulutusta on rajattu tutkimusalueen ulkopuolelle. Tarkennettu aikataulutaminen vaatisi esimerkiksi tahdistavien työmenekkien ja resurssien tarkentamista ja erityyppisten aikataulutehtävien riippuvuuksien määrittämistä. Aikataulua voidaan tarkentaa myös suoritteet-välilehden avulla, jossa rakennusosan suoritteille voidaan määrittää erikseen esimerkiksi työmenekit, limittymiset ja työsaavutukset.

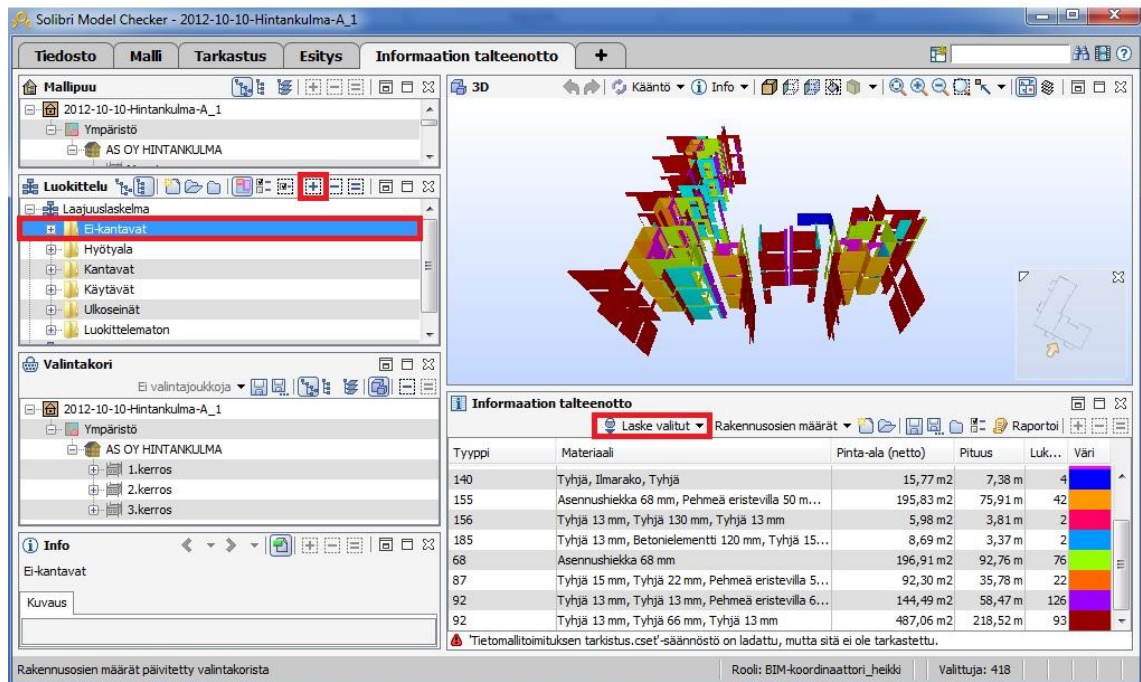
TCM Planneriin tuotu määrätieto voidaan irrottaa kannasta tallenna nimellä – komennolla. Tallennettaessa nimellä ohjelma kysyy halutaanko hanke palauttaa kantaan, johon vastataan ”ei”. Tällöin hankkeen aikataulutuksesta tulee erillinen tiedosto ja esimerkiksi kustannuslaskennassa määritellyt sijaintierittelyt voidaan nyt muokata. Tallenna-komennolla hanke tallennetaan tietokantaan, jolloin linkki TCM Tuotantoon säilyy.

4.3.2 Määrätieto suoraan TCM Planneriin

Määriä voidaan viedä myös suoraan TCM Planneriin esimerkiksi Excel tiedoston avulla IFC- tai natiivimallista. Case-kohteen kevyet väliseinät saadaan laskettua IFC-mallista Solibri Model Checkerillä ja haluttu määräluettelo voidaan tuoda leikepöydän kautta TCM Planneriin. Ennen määrätiedon siirtämistä luodaan kohteelle TCM Plannerissa aikataulutehtävät.

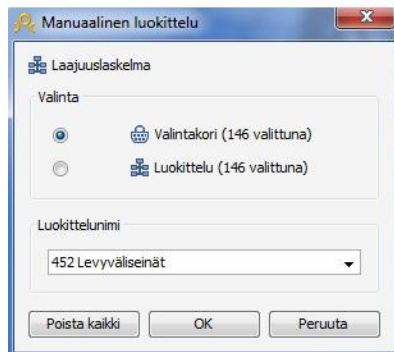
Ryhmitellään Solibrilla kevyiden väliseinien osalta ACO-seinät ja levyväliseinät erilleen. Avataan kohteen IFC-muotoinen arkkitehtimalli ja siirrytään Informaation talteenotto-välilehteen. Avataan Luokittelu-työkalun avulla esimerkiksi laajuuslaskelma ja lisätään Ei-kantavat-kansio plus-painikkeen avulla valintakoriin. Muokataan informaation talteenotto – valikossa näytettävät määrät. Valitaan rakennusosien määrät – säännöstö ja määrätiedoiksi muokataan esimerkiksi tyyppi, materiaali, pinta-ala (netto), pi-

tuus. Painetaan ”laske valitut”, jolloin 3D malliin jää näkymään pelkästään ei-kantavat seinät (kuva 4.24.).



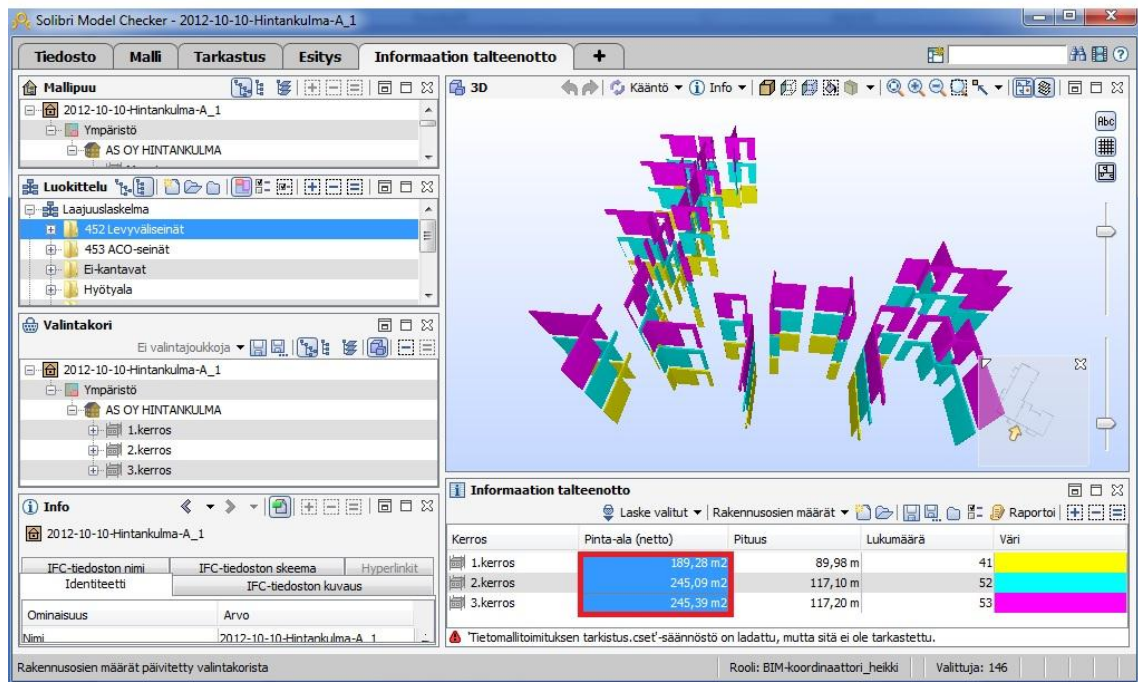
Kuva 4.24: Kohteen IFC-mallista on valittu näkyviin ei-kantavat seinät

Tyhjennetään valintakori ja lisätään halutut levyväliseinät informaation talteenotto – luettelosta valintakoriin. Painetaan luokittelu-valikossa manuaalinen luokittelu painiketta (sijaitsee plus-painikkeen vasemmalla puolella) ja valitaan avautuvassa ikkunassa valintakori ja kirjoitetaan luokittelunimi (kuva 4.25.).



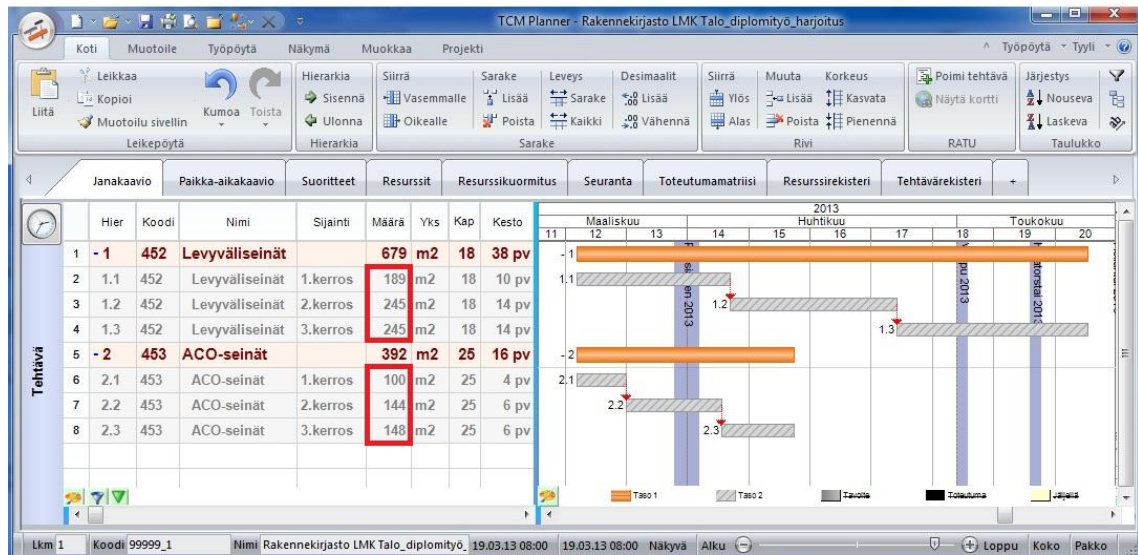
Kuva 4.25: Manuaalisen luokittelun perusteella voidaan ryhmitellä määrätietoa pienempiin osiin.

Tämän jälkeen laajuuslaskelma-ryhmittelysäännöstön alakansioksi saadaan 452 Levyväliseinät, jossa on esitetty pelkästään kohteen levyväliseinät. ACO-seinistä luotiin samalla tavalla oma kansio. Lisätään luotu 452 levyväliseinät kansio valintakoriin ja valitaan informaation talteenotto-valikossa sarakkeista näkyviin sijaintitiedoista kerros ja määrätiedosta pinta-ala (kuva 4.26.).



Kuva 4.26: Määrätiedosta näkyviin on valittu kohteen kaikki levyväliseinät kerroksittain. Määrätieto voidaan siirtää leikepöydän kautta TCM Planneriin.

Kopioidaan leikepöydälle levyväliseinien määrätieto (kuvassa 4.26. punaisella neliöllä) ja liitetään määrätieto TCM Plannerin määrä-sarakkeeseen. Tuodaan myös määrätieto ACO-seinien osalta (kuva 4.27.).



Kuva 4.27: TCM Plannerin janakaavio-näkymä, johon on tuotu määrätieto suoraan IFC-mallista.

Aikataulus perustuu myös tässä tapauksessa mallista saataviin määriin. Määrätieto aikatauluohjelmassa ei kuitenkaan päivyty automaattisesti, vaan määrälaskenta on suoritettava uudestaan jos malliin tulee muutoksia. IFC-mallin määrätieto poikkeaa myös hieman natiivimallista lasketusta määrätiedosta, kuten huomataan vertaamalla kuvia 4.23. ja 4.27.

4.4 Hankintasuunnittelu

Case-hankintasuunnittelussa esitetään aikataulukusen tavoin määrien linkittäminen TCM PRO – kustannuslaskentaohjelmasta TCM Tuotanto – ohjelmaan. TCM Tuotannossa luodaan hankintatehtävät, joille kohdistetaan kustannuslaskennan määrätietoa. Hankintapaketit voidaan muodostaa myös suoraan natiivimallista tai IFC-mallista.

4.4.1 Kustannuslaskennan määrät

Hankintasuunnitelmaa tehtäessä TCM Tuotannossa tulee hanke olla julkaistuna TCM PRO:ssa luvun 4.3.1 mukaisesti. Hankkeen julkaisemisen jälkeen kirjaututaan TCM Tuotantoon ja avataan julkaistu hanke. Tämän jälkeen valitaan kuvassa 4.28. nähtävä hankintatehtävät.



Kuva 4.28: Hanketta voidaan muokata aikataulutehtävien, hankintatehtävien tai tavoitelaskelmien näkökulmista.

Hankintatehtävät-kuvakkeen valitsemisen jälkeen määritetään mitä hankintanimikkeistöä halutaan käyttää pohjana. Valitaan käytettäväksi Tocoman hankintanimikkeistö. Tämän jälkeen avautuu valikko (kuva 4.29.), jossa voidaan tarkastella tai muokata Tocoman hankintanimikkeistön hankintatehtäviä. Työkalupalkissa vihreällä plus-painikkeella voidaan lisätä ja punaisella rastilla voidaan poistaa hankintatehtäviä.

	Tunnus	Nimi	Määrä	Yks	Puite EUR	Suunnitelma EUR	Ero EUR	Laji	Vastuu
1	10000	MAANRAKENNUSURAKKA							
2	11700	PURKU-URAKKA							
3	13000	LOUHINTAURAKKA							

10000 MAANRAKENNUSURAKKA, 0

Kuva 4.29: Näkyvissä on hankintatehtävien päivalikko.

Siirrytään liittämään kustannuslaskennan rivejä, joita voidaan liittää rakennusosa-, suorite- ja panostasolla tai sijaintikohtaisesti suorite- ja panostasolla (kuva 4.30.). Jos määrää halutaan liittää sijaintikohtaisesti, niin sijaintierittely tulee olla tehtynä jo kustannuslaskentaohjelmassa. Kustannuslaskentatietojen liittäminen tapahtuu säännöstöjen, aikaisempien projektien mukaisesti tai yksitellen aikataulutehtäville. Tässä työssä kustannuslaskelmarivit liitetään yksitellen, tällöin varmistutaan, että haluttu määrätieto saadaan kohdistettua oikeaan sijaintiin.

Kuva 4.30: Kustannuslaskennan rivejä voidaan liittää rakennusosatasolla, suoritetasolla, panostasolla tai sijaintikohtaisilla suorite- ja panostasoilla (punainen). ACO-seinät (sininen) ja levyväliseinät (vihreä) eriteltiin omiksi hankintatehtäviksi.

Liitetään kevyiden väliseinien kustannuslaskennan määrätieto rakennusosatasolla hankintatehtäville (kuva 4.30.). Valitaan kustannuslaskentariveiltä hiirellä ”control” pohjassa kaikki levyseiniä vastaavat rivit. Valinnan jälkeen ”tuplaklikataan” hiirellä 45600 kipsilevyväliseinä, hankinta – hankintatehtävää, jolloin määrätieto kohdistuu kyseiselle hankintatehtävälle. Kohteen ACO-seinät liitettiin 45520 ACO-Elementtien asennus – hankintatehtävälle.

Liittämisen jälkeen palataan hankintatehtävät-valikkoon, jossa määritetään mitoittavat määrätiedot. Valitaan kipsilevyväliseinä, hankinta – hankintatehtävä ja kustannuslaskelmarivit-välilehdestä halutut rivit ”control” pohjassa, joiden perusteella aikataulutuksen kesto lasketaan. Painetaan hiiren oikeaa näppäintä ja asetetaan Sum-rasti valituille, jolloin saadaan aikataulutuksen tavoin mitoittavaksi määrätiedoksi 671m² (kuva 4.31.). Tehdään sama toistettuna ACO-seinille.

TCM TUOTANTO

Kirjautuu ulos

Hankkeet 99999 ver 1 Rakennekirjasto LMK Talo_diplomityö_ha Hankintatehtävät Apua

Työkalupalkki

	Tunnus	Nimi	Määrä	Yks	Puite EUR	Suunnitelma EUR	Ero EUR	Laji	Vastuu
13	45400	VÄLISEINÄMUURAUUS TIILI, HARKKO							
14	45520	ACO-ELEMENTTIEN ASENNUS	381	m2	14 899	13 000	1 899		
15	45600	KIPSILEVYVÄLISENÄ, HANKINTA	671	m2	26 216	27 700	-1 484		
16	46300	IRTAIMISTOVERKKOKOMEROT							

45600 KIPSILEVYVÄLISENÄ, HANKINTA, 671 m2

Kustannuslaskelmarivit Muistio Alustava suunnitelma

	Päiväys	Selite	Määrä	Yksikkö	EUR/Yks	EUR Yht.	Käyttäjä
1	19.3.2013	Väliseinäurakka 1	1	erä	8 700,00	8 700	uuhe
2	19.3.2013	Väliseinäurakka 2	1	erä	9 500,00	9 500	uuhe
3	19.3.2013	Väliseinäurakka 3	1	erä	9 500,00	9 500	uuhe

Kuva 4.31: Kustannuslaskelmarivien liittäminen jälkeen voidaan valita hankintatehtäville mitoittavat määrätiedot. Hankkeen edetessä täydennetään alustavaa suunnitelmaa, jolloin hankintojen kustannuksia voidaan verrata kustannuslaskelmaan.

Alustava suunnitelma – välilehdessä lisätään hankintojen alustavat suunnitelmat. Esimerkiksi kipsilevyseinäurakat suunnitellaan hankittavan kolmessa erässä yhteishintaan 27 700 EUR (suunnitelma EUR) ja kustannuslaskelmissa on varattu kipsilevyseinille 26 216 EUR (puite EUR). Laskelmien ero on tällöin -1484 EUR (ero EUR), mikä tarkoittaa hankintojen maksavan enemmän kuin kustannuslaskennassa on varattu.

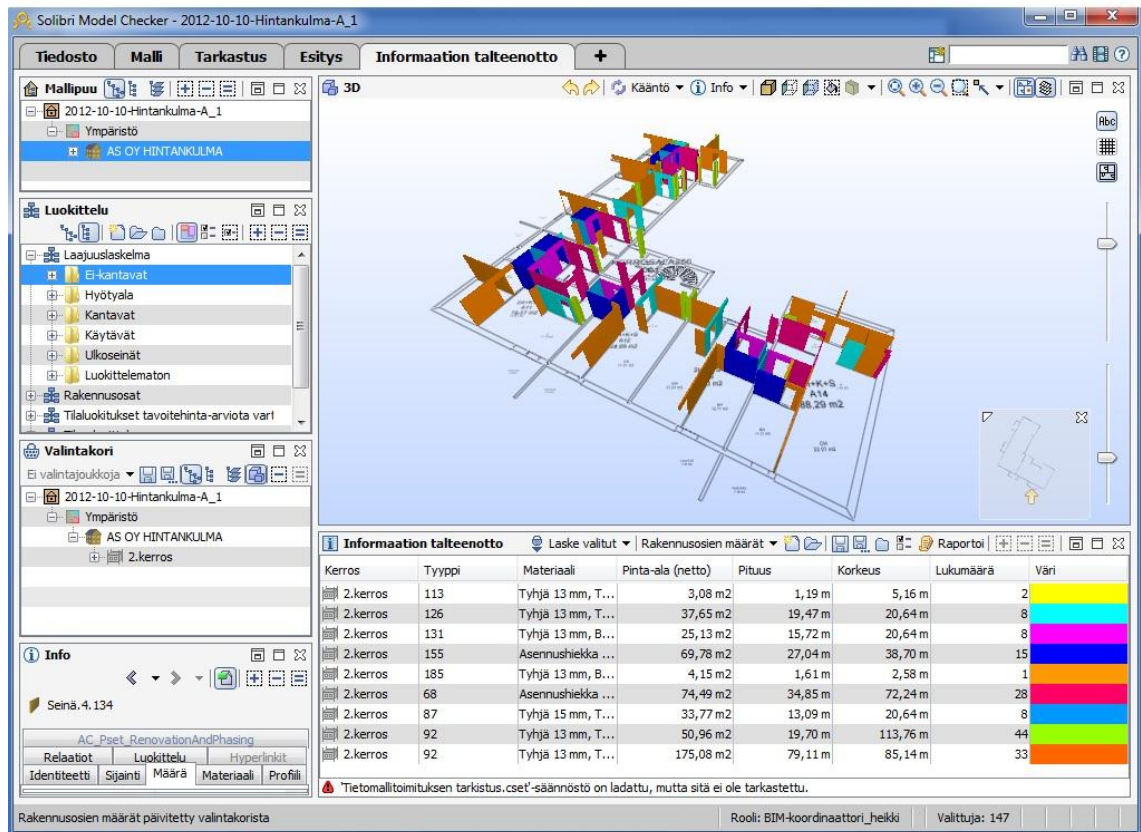
4.4.2 Hankintapaketit IFC-mallista

As Oy Hintankulman arkkitehtimallin natiivimallista tuotetusta IFC-mallista hankintapaketit voidaan luoda Solibri Model Checker – ohjelmistolla. Määrät tuotetaan Informaation talteenotto toiminnolla ja määrätieto tuodaan Excel-tiedostoon. Luodaan hankintapaketit 2.kerroksen kevyistä väliseinistä ja märkätilojen seinäläatoituksen osalta.

Kevyet väliseinät

Avataan Hintankulman IFC-muotoinen arkkitehtimalli ja siirrytään Informaation talteenotto välilehteen. Avataan Luokittelu-työkalun avulla esimerkiksi laajuuslaskelma ja lisätään Ei-kantavat kansio plus-painikkeen avulla valintakoriin. Poistetaan valintakorissa miinus-painikkeella 1.kerros ja 3.kerros.

Seuraavaksi muokataan Informaation talteenotto – valikossa näytettävät määrät. Valitaan rakennusosien määrät – säännöstö ja määrätiedoiksi muokataan esimerkiksi kerros, tyyppi, materiaali, pinta-ala (netto), pituus ja korkeus. Painetaan ”laske valitut”, jolloin 3D malliin jää näkymään pelkästään 2.kerroksen ei-kantavat seinät (kuva 4.32.). Määrätieto tuodaan raportoi-painikkeen avulla Excel-tiedostoon.



Kuva 4.32: 2.kerroksen kevyiden väliseinien määrät ryhmiteltyinä.

Määritetään kohteen 2.kerroksen teräsrankaiset 92mm kipsilevyseinät. IFC-mallissa tyyppillä 92 on kaksi erilaista rakennetta, joten erotellaan seinätyypit materiaalisarakkeen avulla. Halutun kipsilevyseinän seinäneliöt 2.kerroksessa ovat tällöin 175,1m² ja seinän pituus 79,1m. Mallista saatujen määrien avulla voidaan johtaa väli-seinätyypin materiaalityöväkkeitä määrät:

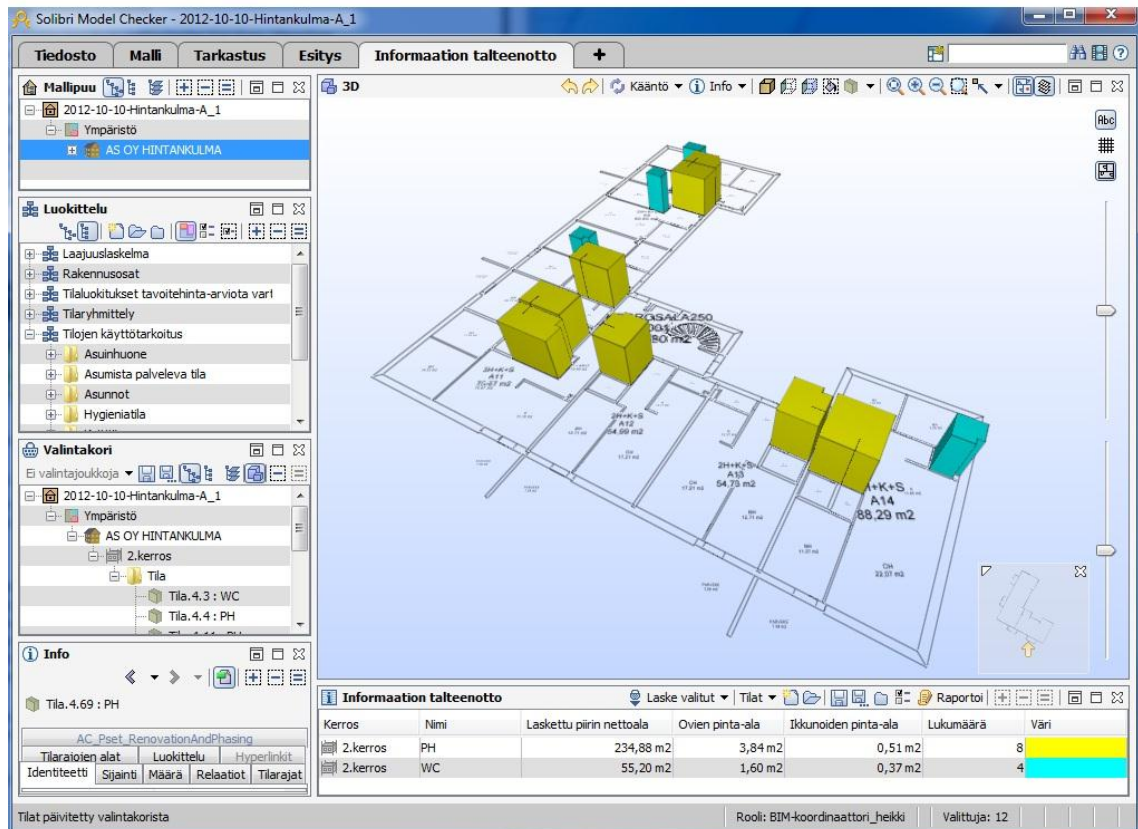
- Teräsranka ELPR 66/40 438 jm (menekki 2,5jm/m²)
- Ylä- ja alajuoksut SK 66/60 158 jm (menekki 2 x seinän pituus)
- Kipsilevy Gyproc GN 13 350 m² (menekki 2 x seinäneliöt)
- Eriste Isover KL AKU M66 175 m² (menekki seinäneliöt)
- Ruuvit 7900 kpl (menekki 45kpl/m²)

Yllä olevassa laskennassa seinäneliöt ovat nettoaloja ja menekit arvioituja. Laskentaan ei ole lisätty myöskään hukkaprosenttia. Erilaisissa kohteissa on arvioitava erikseen menekit ja hukkaprosentit, sekä huomioitava esimerkiksi kipsilevyyn koko.

Märkätilojen seinälaatoitus

Rakennuslosteessa nähdään, että kokonaan seinälaatoitettuja tiloja ovat asuntojen pesuhuoneet ja WC:t. Lisäksi keittiöiden ja liikehuoneiston WC-tilojen seinissä laatoitusta on osittain. Lasketaan tilojen seinäneliöt kohteen IFC-mallista.

2.kerroksen märkätilojen seinälaatoituksen hankintapaketti saadaan Solibri Model Checker – ohjelmassa tilojen käyttötarkoitus – säännösten avulla. Valintakoriin lisätään hygienia-tila- ja WC-kansiot. Poistetaan 1.kerros ja 3.kerros valintakorista sekä poistetaan 2.kerroksen tila-kansiosta sauna-vyöhykkeet, joihin ei tule seinälaatoitusta. Valitaan informaation talteenotto – valikossa laskentasäännöstö tilat ja muokataan näkyviin laskettu piirin nettoala – sarake. Painetaan ”laske valitut”, jolloin 3D malliin jää näkyvään pelkästään 2.kerroksen pesuhuoneet ja WC:t (kuva 4.33.). Määrätieto tuodaan raportoi-painikkeen avulla Excel-tiedostoon.



Kuva 4.33: 2.kerroksen seinälaatoituksen määrät ryhmiteltyinä.

Huoneselosteessa mainitaan, että esimerkiksi suihkun taustalaatoitus tulee erivärisenä, kuin pesuhuoneen seinissä. Tällöin joudutaan pesuhuoneiden seinälaatoitusmääristä vähentämään käsin lasketut suihkun taustalaatoitusten määrät. Keittiön kalustevälin laatoitus saadaan kalustekuvista tai arvioimalla huonekohtainen menekki.

4.5 Työn suunnittelu

Työmaalla ei aina ole käytössä tehokkaita tietokoneita tai suunnitteluohjelmistojen käytön osaamista, joten työn suunnitteluun soveltuu natiivimallia paremmin kohteen IFC-malli. Case-työn suunnittelussa esitetään 2.kerroksen 92mm ja 126mm kevyiden kipsilevyväliseiniä urakkamäärät IFC-malliin perustuen. Urakan hinnoittelussa käytetään pohjana Rakennusalan työehtosopimusta, josta löytyvät tarvittavat ohjeet, menekit ja hinnat työn suorittamiseen.

Kevyet kipsilevyseinät – urakka

Avataan Luokittelu-työkalun avulla esimerkiksi laajuuslaskelma ja lisätään Ei-kantavakansio plus-painikkeen avulla valintakoriin. Poistetaan valintakorissa miinus-painikkeella 1.kerros ja 3.kerros. Seuraavaksi muokataan Informaation talteenotto – valikossa näytettävät määrät. Valitaan rakennusosien määrät – säännöstö ja määrätiedoiksi muokataan esimerkiksi tyyppi, materiaali, bruttopinta-ala (urakasta ei vähennetä alle 3,0 m2 kokoisia aukkoja) ja pituus. Painetaan ”laske valitut”, jolloin 3D malliin jää näkymään pelkästään 2.kerroksen ei-kantavat seinät.

Tyhjennetään valintakori ja lisätään valintatyökalulla halutut levyväliseinät informaation talteenotto – luettelosta valintakoriin. Painetaan luokittelu-valikossa manuaalinen luokittelu painiketta (sijaitsee plus-painikkeen vasemmalla puolella) ja valitaan avautuvassa ikkunassa valintakori ja kirjoitetaan luokittelunimi.

Urakkaan valittiin 92mm ja 126mm kevyet kipsilevyseinät, joille luotiin manuaalinen luokittelu – painikkeen avulla 2.kerroksen huonekohtaiset määrätiedot. Kuvassa 4.34. on näkyvissä urakassa määritellyn aloitettavan huoneiston väliseinät (452 Levyväliseinät 92+126mm (1)). Luokittelu-työkaluvalikossa on nähtävissä 8 erilaista kansiota, joihin on määritelty huonekohtaiset määrätiedot (punaisella neliöity).

The screenshot shows the Solibri Model Checker interface. The main window displays a 3D model of a building floor plan with walls highlighted in red and numbered 1 through 8. The left sidebar contains several panels: 'Mallipuu' (Model Tree) showing the project structure, 'Luokittelu' (Classification) with a list of wall types, and 'Valintakori' (Selection Basket) showing the current selection. The 'Luokittelu' panel is highlighted with a red box, showing a list of wall types: '452 Levyväliseinät 92+126mm (1)' through '(8)'. The 'Valintakori' panel shows the current selection: '2012-10-10-Hintankulma-A_1' and 'AS OY HINTANKULMA' in the '2.kerros' (2nd floor). The 'Informaation talteenotto' (Information Capture) table at the bottom right shows the following data:

Tyyppi	Materiaali	Bruttopinta-ala	Pituus	Lukumäärä	Väri
126	Tyhjä 13 mm, Ty...	2,86 m ²	1,11 m	1	Yellow
92	Tyhjä 13 mm, Ty...	51,01 m ²	19,77 m	8	Cyan

A warning message at the bottom of the table states: "Tietomallitoimituksen tarkistus.cset'-säännöstö on ladattu, mutta sitä ei ole tarkastettu."

Kuva 4.34: 2.kerroksen sijaintikohtaiset 92 ja 126mm kipsilevyseinämäärät valittuna työn suunnittelua varten.

Kokonaismääräksi 2.kerroksessa saadaan 92mm Metallirunkoinen väliseinä 204 brm² ja 126mm puurunkoinen väliseinä 50,2brm². Materiaalimäärät saadaan johdettua luvussa 4.4.2 esitettyjen hankintapakettien mukaisesti. Materiaalit voidaan toimittaa, sijaintierittelyyn perustuen, huonekohtaisesti ennen urakan aloittamista. Kokonaisurakan hinta saadaan työehtosopimuksen mukaisista menekeistä ja hinnoista (kuva 4.35.).

Väliseinäurakka 2.kerros 92+126mm kipsilevyseinät, h=2,58m	Määrä (m ²)	Menekki (tth/m ²)	Hinta (€/m ²)	YHT (tth)	YHT (€)
Väliseinälinjojen mittaust ja merkintä	254,2	0,03	0,58	7,626	147,436
Puurunko k800, eristys ja levytys	50,2	0,35	6,97	17,57	349,894
Metallirunko k450...k800, eristys ja levytys	204	0,32	6,35	65,28	1295,4
Erikaiskova kipsilevyä asennettaessa korotus levykertaan	50,2	0,01	0,2	0,502	10,04
				Yhteensä:	90,978 1802,77

Kuva 4.35: Rakennusalan työehtosopimuksen mukaisesti laskettu urakkahinta 2.kerroksen 92 ja 126mm kevyille väliseinille.

Työehtosopimuksen menekit ja hinnoittelut ovat voimassa huonekorkeuden ollessa enintään 2800mm. Case-kohteessa väliseinät ovat 2500mm, joten lisäkertoimia urakkahinnan määrittämisessä ei tarvita. Työehtosopimuksen menekkejä ja hintoja on kuitenkin tarkasteltava tapauskohtaisesti.

5 TUTKIMUSTULOSTEN ARVIOINTI

Tässä luvussa arvioidaan tutkimuksen onnistuminen tavoitteisiin ja aikatauluun nähden. Luvussa esitetään myös työn pohjalta ilmenneitä jatkotutkimusaiheita sekä lopuksi esitetään tämän tutkimuksen johtopäätökset.

5.1 Tutkimuksen onnistuminen

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa case-kohteiden avulla menettelyohjeet kustannuslaskennalle, aikataulutukselle, hankinnoille ja työn suunnittelulle. Työn tekemiseen käytettävä aika rajattiin 5 kuukauteen. Tutkimuksen tekeminen aloitettiin marraskuussa 2012 tutustumalla kirjallisuuteen ja aikaisempiin tutkimuksiin sekä tietomalliohjelmistoihin. Kirjoitustyö aloitettiin joulukuussa 2012 teoriaosuudesta ja teoriaosuuden runko valmistui ennen tammikuuta. Tutkimusosuuden haastattelut suoritettiin tammikuuhun (2013) aikana ja tutkimusosuuden runko valmistui helmikuussa. Case-määrälaskenta suoritettiin pääasiassa maaliskuun aikana.

Tutkimuksen pohjatieto koostui pääasiassa Yleisistä tietomallivaatimuksista (2012). Tutkimusosuuden tieto kerättiin haastattelujen pohjalta. Jos tutkimuksella olisi ollut enemmän aikaa, niin työstä olisi saatu laajempi haastattelemalla esimerkiksi suunnittelijoita. Nyt haastateltavien määrä rajattiin koskemaan Lemminkäinen Talo Oy:n määrä- ja kustannuslaskijoita. Case-osuudessa määrälaskenta suoritettiin Lemminkäinen Talo Oy Oulun organisaation As Oy Hintankulman kohteelle. Määrälaskennassa käytettiin apuna teoriaosuuden sekä tutkimusosuuden tietoja. Tutkimuksen tuloksena tuotettiin Lemminkäiselle menettelyohjeet, jossa kuvattiin konkreettisesti määrälaskennan suorittamista eri tapauksissa.

Tutkimuksen tekijälle ei ollut ennen tutkimuksen aloittamista lainkaan kokemusta tietomalleista, joten alkuvaiheessa aikaa meni tietomalliohjelmistojen opettelemiseen ja tietomallinnusteorian sisäistämiseen. Tutkimuksen tekijän henkilökohtainen tavoite oli saada mahdollisimman paljon tietoa tietomallipohjaisesta määräenahallinnasta. Kohdeyrityksen tavoitteena työlle oli kuvata mahdollisimman konkreettisesti tietomallipohjaista määrälaskenta eri tilanteissa. Tutkijan mielestä henkilökohtaiset ja yrityksen tavoitteet toteutuivat kireästä aikataulusta huolimatta.

5.2 Jatkokehitys

Tietomallipohjaisesta määrä- ja kustannuslaskennasta aihealueesta on tehty jo muutamia tutkimuksia. Niissä on tutkittu pääasiassa arkkitehti- ja rakennemallien käyttämistä määrälaskennassa, mutta geomallien ja talotekniikkamallien käyttämistä määrälaskennassa ei ole tutkittu. Tietomallipohjaisen määrienhallinnan osalta määrätiedon linkittämistä on tutkittu kustannuslaskentaohjelmaan saakka, mutta kustannuslaskennan määrätiedon käyttämisestä tuotannon suunnittelussa tarvittaisiin jatkotutkimuksia. Lisäksi tutkimuksia tarvittaisiin uusista tai kehitteillä olevista tietomalliohjelmistoista. Alla on listattua aihealueet jatkotutkimukselle:

- Geo- ja talotekniikkamallien soveltuminen määrälaskentaan
- Kustannuslaskennan tietojen käytettävyys tuotannon suunnittelussa
- iLink4:n korvaavan EasyBimin käytettävyyden tutkiminen
- Valmiiden rakennekirjastojen päivittäminen ja kehittäminen
- Nimikkeistöjen yhtenäistäminen ja valmiit pohjat
- TCM Seurannan käytettävyyden tutkiminen tavoitearvion seurannassa
- Tietomalliohjelmistojen asennettavuuden helpottaminen

Luvussa 3.3.3 esitellyn iLink4-määrälaskentatyökalun on korvaamassa kehittyneempi EasyBim, jossa määrälaskenta suoritetaan IFC-mallista (iLink4:ssä natiivimallista). Tällöin määrälaskija ei voi mallintaa tai korjata malliin itse mitään, vaan päivittämisen yhteydessä malli on aina palautettava suunnittelijalle. Tällä hetkellä suunnittelijoiden ja suunnittelun ohjauksen tietotaito ei riitä useinkaan vaadittavaan mallinnustarkkuuteen, jolloin määrälaskijat ovat joutuneet itse päivittämään mallia helpottaakseen ja nopeuttaakseen määrälaskentaa. EasyBim vaikuttaisi kuitenkin kehittyneemmältä kuin iLink4, esimerkiksi kohteen lohkottamista on helpotettu. Tutkijan mielestä työmaan määrälaskennassa EasyBim tulee olemaan käytettävämpi kuin Solibri Model Checkerille.

Tietomallipohjaisen määrälaskennan suorittamista helpottaisi yhtenäisten nimikkeistöjen ja rakennekirjastojen kehittäminen. Esimerkiksi kustannusarvion litterointia tulisi kehittää vastaamaan tavoitearvion litterointia, jolloin kustannuslaskelmarivien siirtäminen tavoitelaskelmaan selventyisi ja tehostuisi. Jos kustannuslaskennassa, aikataulutuksessa, hankinnoissa ja tavoitelaskelmassa käytettäisiin valmiita nimikkeistöjä, niin esimerkiksi TCM Tuotantoon voitaisiin luoda säännöt kustannuslaskelmarivien liittämisestä aikataulutukselle, hankinnoille ja tavoitelaskelmille. Tällöin määrienhallintaprosessin suorittaminen olisi nopeampaa, selvempää ja tehokkaampaa.

Tässä tutkimuksessa käsiteltiin yhteensä 7 erilaista tietomalliohjelmistoa, mikä on tutkijan mielestä liikaa yhdelle työntekijälle. Tietomallipohjaisessa määrienhallintaprosessissa yhdellä työntekijällä tulisi olla korkeintaan 2-3 erilaista tietomalliohjelmistoa, jolloin ohjelmiin voitaisiin perehtyä kunnolla. Esimerkiksi kustannuslaskijalle olisi käytössä

EasyBim ja TCM PRO. Aikataulusuunnittelijalla TCM Tuotanto ja TCM Planner sekä Easy Bim. Hankintasuunnittelijalla TCM Tuotanto ja EasyBim. Tietomallikoordinaattorilla ja projektin vetäjällä esimerkiksi Solibri Model Checker. Tämä tarkoittaa, että tuotannon eri osapuolten tehtäväkuvaukset tulee määrittellä tarkasti, jolloin eri osapuolten ydinosaamisesta saadaan suurin mahdollinen hyöty.

5.3 Johtopäätökset ja yhteenveto

Tietomallipohjaisen määrin hallinnan onnistumisen edellytys on osaava ja ammattitaitoinen suunnittelu ja suunnittelun ohjaus. Suunnittelu pitää tilata ja ohjata Lemminkäisen sisäisten ohjeiden mukaisesti ja edellyttää, että suunnittelijat toimivat vaaditun ja sovitun käytännön mukaisesti. Suunnittelijoiden täytyy ymmärtää myös yleisellä tasolla mitä tietoa määrälaskijat tarvitsevat.

Tietomallipohjaisessa rakennushankkeessa suunnittelijoiden ja suunnittelun ohjauksen on tehtävä huomattavasti enemmän yhteistyötä kuin perinteisessä rakennushankkeessa. Hankkeen onnistumisen kannalta on parempi, mitä aikaisemmin urakoitsija pääsee mukaan projektiin, jolloin esimerkiksi kohteen lohkoittaminen voidaan suorittaa urakoitsijan mielen mukaisesti. Omien asuntotuotantokohteiden suunnittelussa on paras tilanne, koska urakoitsija ohjaa suunnittelua alusta lähtien. Tällöin valmiit rakennetyypit ja materiaalit annetaan suunnittelijoille, jolloin määrälaskenta nopeutuu ja tehostuu, kun laskijan ei tarvitse selvittää kohdekohtaisesti rakennetyyppejä.

Omissa asuntokohteissa käytössä on yleensä pelkästään arkkitehtimalli, jolloin rakennemäärät lasketaan pohjakuvista. Perusteellaan, että rakennemallia ei tarvita asuntotuotannossa, kun kohteet on niin helppo toteuttaa. Tutkijan mielestä myös omissa asuntokohteissa olisi hyvä olla käytössä rakennemalli, josta saataisiin tarkempaa määrätietoa, kuin arkkitehtimallista. Lopullista kustannusarviota laadittaessa, kohteesta riippumatta, tulisi käytössä olla arkkitehdin rakennusosamalli ja rakennemallin rakennusosamalli sekä hankintoja palveleva malli. Tällöin rakennemallista saataisiin laskettua esimerkiksi betonirakenteiden tarkennetut suoritteet aikataulutusta varten ja todelliset rauditusmäärät hankintoja varten.

Kustannuslaskennan määrätiedon hyödyntäminen vaatii kustannuslaskijoilta tarkempia laskelmia ja enemmän osaamista. Kustannuslaskenta on suoritettava TCM PRO:ssa vähintään kerroksittain ja lohkoittain, jotta kustannuslaskennan määrätietoa voidaan hyödyntää optimaalisesti aikataulutuksessa, hankinnoissa ja tavoitearvion laatimisessa. Kustannuslaskijan on osattava määrittellä tarkemmin rakenteiden suoritteet ja suoritteiden panokset, koska niitä käytetään aikataulutuksessa ja hankinnoissa. Tämä tarkoittaa tiiviimpää yhteistyötä kustannuslaskijan ja tuotannon suunnittelijoiden kesken.

LÄHTEET

Aho Mika. Tietomallipohjaisen rakennusprojektin määrien hallinta ja hyödyntäminen rakennustuotannossa. Tampere 2010. Tampereen teknillinen yliopisto.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 1. Yleinen osuus. Versio 1.0. 21 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. Versio 1.0. 25 s. + liitt. 7s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. Versio 1.0. 24 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 4. Talotekninen suunnittelu. Versio 1.0. 42s. + liitt. 14s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 5. Rakennesuunnittelu. Versio 1.0. 19 s. + liitt. 9 s.) [viitattu: 12.11.2012]

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 6. Laadunvarmistus. Versio 1.0. 26 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 7. Määrälaskenta. Versio 1.0. 24 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 8. Havainnollistaminen. Versio 1.0. 14 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä. Versio 1.0. 15 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 10. Energia-analyytit. Versio 1.0. 19 s. + liitt. 3 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. Versio 1.0. 24 s. + liitt. 3 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. Versio 1.0. 22 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. Versio 1.0. 21 s.

COBIM -hankkeen osapuolet. 2012. YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa. Luonnos. 15 s.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. 2008. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 490 s.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. painos. Helsinki, Tammi. 436 s.

Kaukonen Jenni. Perusteet tietomallipohjaiselle määrälaskennalle. Kuopio 2012. Savonia-ammattikorkeakoulu. 72 s.

Käyttöohje. 2012. TCM Planner käyttöohje. Tocosoft Oy. 64 s.

L 8.7.1961/404. Tekijänoikeuslaki.

Mäläskä Mikko. Elinkaarihankkeen ylläpitomalli. Tampere 2011. Tampereen teknillinen yliopisto. 82 s.

Niemi Harri. Tietomallien käyttö elinkaarihankkeiden suunnittelu- ja toteutusvaiheissa. Helsinki 2011. Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu. 124 s.

Palos Salla. Tietomalliprosessi - Tietomallitiedon käyttö suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. Tampere 2010. Tampereen teknillinen yliopisto. 163 s.

Penttilä, H., Nissinen, S. & Niemioja, S. 2006. Tuotemallintaminen rakennushankkeessa. Yleiset periaatteet. Pro IT Yleis. Tampere, Tammer-paino Oy. 64 s.

Ratu 431-T. Talo 2000 -nimikkeistö Ratussa. 2007.

Ratu aikataulukirja. Talonrakennusteollisuus ry. 2013. 376 s.

RT 10–10387. Talonrakennushankkeen kulku. Talonrakennushanke. 1989.

RT 10–10992. Tietomallinnettava rakennushanke. Ohjeita rakennuttajalle. 2010.

Talo 80 – ryhmä. Yleisseloste Talo80 nimikkeistöjärjestelmän mukaan. Rakentajain kustannus Oy. Helsinki 1981. 131 s.

Talo-nimikkeistöryhmä, Haahtela-kehitys Oy. Yleisseloste - Talo 2000 – nimikkeistö. Rakennustieto Oy. 2008. 127 s.

Vakkilainen Jussi. Rakennuksen tietomalli rakennushankeen suunnitteluvälineenä. Tampere 2009. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. 143 s.

www-lähteet:

BuildinSMART. Finland. Standardit. [viitattu: 15.03.2013]. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/5>

ML.MLO. 2010. MLO Määrälaskentaohje. Espoo. Micro Aided Design Oy. 16 s. [viitattu: 7.02.2013]. Saatavissa: <http://www.mad.fi/mad/tiedostot/pdf/kasikirja15/ML.MLO.pdf>

Rakennusalan työehtosopimus urakkahinnoitteluineen. 2012-2014. [viitattu: 11.03.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/tes/stes4484-TT72Rakennus1203.pdf>

Rakennusten tuotemallintamisen sanasto. PRO-IT. [viitattu: 22.03.2013]. Saatavissa: http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_sanasto_v10.pdf

RYM Oy. Built Environment Process Re-engineering (PRE). Saatavissa: <http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/>

RYM Oy. Model Nova –työpaketti. Saatavissa: <http://www.rym.fi/tutkimusohjelmat/PRE/moselnova/>

Teittinen Toni. Tietomallipohjainen määrä- ja kustannuslaskenta. Erikoistyö. 2008. [viitattu: 30.11.2012]
Saatavissa: http://webhotel2.tut.fi/vblab/prodigi/images/4/4b/Erikoityo_raportti_tt.pdf

Haastattelut:

Aroalho, Harri. rakennusinsinööri, tarjouslaskija,
Lemminkäinen Talo Oy PKS. Helsinki. Haastattelu 21.1.2013.

Hannuksela, Riikka. rakennusinsinööri, kustannuslaskija,
Lemminkäinen Talo Oy Oulu. Oulu. Haastattelu 7.2.2013.

Leponiemi, Riina. rakennusinsinööri, laskentainsinööri,
Lemminkäinen Talo Oy PKS. Helsinki. Haastattelu 21.1.2013.

Mäläskä, Mikko. Diplomi-insinööri, tuotantoinisinööri,
Lemminkäinen Talo Oy Oulu. Oulu. Haastattelu 7.2.2013.

Partanen, Matti. Tietomalliasiantuntija,
Lemminkäinen Talo Oy PKS. Helsinki. Haastattelu 21.1.2013.

Virit, Artur. Tietomalliasiantuntija,
Lemminkäinen Talo Oy PKS. Helsinki. Haastattelu 8.1.2013.

Lemminkäisen sisäiset ohjeet:

BIM-SLU4. 2013. Mallinnusohjeiden, aloituspohjien ja tietomalliselostusten ja revisiomuutoslistan käyttö. Helsinki. Lemminkäinen Oyj. 1 s.

Tj5.4_O01. 2012. Kustannusten litterointiohje. Helsinki. Lemminkäinen Talo Oy. 8 s.

LIITE 2: RAKENNEMALLIN SISÄLTÖVAATIMUKSET RAKENNUS-HANKKEESSA (YTV 2012)

x = mallinnetaan, (x) = mallintamisesta on sovittava projektikohtaisesti

Yleissuunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	(x)	
	Annut	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Perusmaurit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Peruspilarit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Peruspalkit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Lämmöneristeet	(x)	
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Alapohjakanaalit	(x)	
	Erityiset alapohjat	(x)	
	Lämmöneristeet	(x)	
Runko	VSS	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Kantavat seinät	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Pilarit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Palkit	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Valipohjat	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Yläpohja	x	Mallinnetaan kantavan osuuden perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Erityiset runkorakenteet	(x)	
Julkisivut	Ulkoseinät	(x)	Voidaan mallintaa esimerkiksi yhtenäisenä seinäobjektina määräen raportoinnin takia
	Erityiset julkisivurakenteet	(x)	
Ulkotasot	Parvekkeet	x	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
	Katokset	(x)	
	Erityiset ulkotasot	(x)	
Vesikatot	Vesikattorakenteet	(x)	
	Räystäsrakenteet	(x)	
	Lasikattorakenteet	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	(x)	
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim palonsuojalevyt	(x)	
	Hoitotasot ja kulureiät	(x)	

Hankintoja palveleva suunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perustukset	Paalutukset	x	Paalut mallinnetaan suunnittelumukaisesti oikeaan paikkaan ja pituuteen
	Ankurat	x	<ul style="list-style-type: none"> Tyypiankurat mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu ankurat mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Perusmuurit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Peruspilarit	x	<ul style="list-style-type: none"> Tyypiperuspilarit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu peruspilarit mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Peruspalkit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Alapohjat	Alapohjalaatta	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Alapohjakanaalit	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Erityiset alapohjat	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Runko	VSS	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Kantavat seinät	x	<ul style="list-style-type: none"> Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Pilarit	x	<ul style="list-style-type: none"> Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Muu elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksiineen (liittopilareihin myös raudotteet)

Rakenne	Rakenneosa	x/(x)	Tarkkuus
Runko	Palkit	x	<ul style="list-style-type: none"> Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Mun elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista. Teräskokoonpanoista tehdään betonielementtejä vastaavat mallikokoonpanot liitoksineen
	Välipohjat	x	<ul style="list-style-type: none"> Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen ja valutarvikkeeseen. Mun elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Yläpohja	x	<ul style="list-style-type: none"> Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen ja valutarvikkeeseen. Mun elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Erityiset runkorakenteet	(x)	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten ettei törmäyksiä synny ja rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Julkisivut	Ulkoseinät	x	<ul style="list-style-type: none"> Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Mun elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
		(x)	<ul style="list-style-type: none"> Kevyiden julkisivurakenteiden mallintaminen päätetään hankekohtaisesti - voidaan mallintaa esimerkiksi yhtenäisenä seinä objektina määrrien takia Julkisivuelementtien pintakäsittelyiden mallintamisesta sovitaan hankekohtaisesti
	Erityiset julkisivurakenteet	(x)	
Ulkotasot	Parvekkeet	x	<ul style="list-style-type: none"> Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Mun elementit ja paikallavalurakenteet mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Katokset	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Erityiset ulkotasot	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Vesikatot	Vesikattorakenteet	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.
	Räystäsrakenteet	(x)	
	Lasikattorakenteet	x	Kantavat rakenteet mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	x	<ul style="list-style-type: none"> Mallielementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, liittymiseen, raudoitteeseen ja valutarvikkeeseen. Mum elementit mallinnetaan geometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että törmäyksiä ei synny ja tieto rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim palonsuojalevyt	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan.
	Hoitotasot ja kulkureitit	(x)	

Totutus suunnittelu

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus
Perusrukset	Paalutukset	x	Paalutarkkeet siirretään malliin ja paahut mallinnetaan toteutuman mukaan
	Annurat	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavahuraidoitteet
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
	Perusmuurit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavahuraidoitteet
	Peruspilarit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavahuraidoitteet
	Peruspalkit	x	Mallinnetaan tarkasti geometrialtaan liittymiseen ja valutarvikkeeseen
		(x)	Paikallavahuraidoitteet
	Lämmöneristeet	(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.
	Alapohjat	Alapohjalaatta	x
(x)			Paikallavahuraidoitteet
(x)			Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
Alapohjakanaalit		x	Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeeseen.
		(x)	Paikallavahuraidoitteet
Erityiset alapohjat		x	Mallinnetaan kantavan rakenteen osalta oikein liittymiseen ja valutarvikkeeseen.
		(x)	Paikallavahuraidoitteet
Lämmöneristeet		(x)	Mallinnetaan perusgeometrian ja sijainnin osalta oikein, siten että rakenteiden kokonaismäärä selviää mallista.

Rakenne	Rakennusosa	x/(x)	Tarkkuus	
Runko	VSS	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraudoitteet	
	Kantavat seinät	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraudoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Pilarit	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraudoitteet	
		(x)	Elementit ja kokoonpanot mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Palkit	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraudoitteet	
		(x)	Elementit ja kokoonpanot mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Välipohjat	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraudoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Yläpohja	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraudoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
		Erityiset runkorakenteet	(x)	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
	Julkisivut	Ulkoseinät	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen
			(x)	Paikallavahuraudoitteet
			(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti
Erityiset julkisivurakenteet		(x)		
Ulkotasot	Parvekkeet	x	Paikallavahurakenteet mallinnetaan liittymiseen ja valutarvikkeineen	
		(x)	Paikallavahuraudoitteet	
		(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
	Katokset	(x)	Summittelusopimuksen mukaisesti	
	Erityiset ulkotasot	(x)	Summittelusopimuksen mukaisesti	
Vesikatot	Vesikattorakenteet	(x)	Summittelusopimuksen mukaisesti	
	Räystäsrakenteet	(x)		
	Lasikattorakenteet	(x)	Summittelusopimuksen mukaisesti	
Tilan jako-osat	Ei-kantavat betoniset väliseinät	(x)	Elementit mallinnetaan suunnittelusopimuksen mukaisesti	
Muut tilaosat	Rakenteisiin kuuluvat tilaa vievät osat esim. palonsuojalevyt	x	Mallinnetaan siten, että TATE suunnittelija näkee mallista käytettävissä olevan tilan	
	Hoitotasot ja kulkareitit	(x)		

LIITE 3: TALOTEKNIKKAMALLIN SISÄLTÖVAATIMUKSET RAKENNUSHANKKEESSA (YTV 2012)

Taloteknisen tietomallin mallinnettavat komponentit, tietosisältö ja geometrian tarkkuustaso suunnitteluvaiheittain

2D: esitetään tasokuvasssa ja/tai kaaviossa
 3D: esitetään tasokuvasssa ja/tai kaaviossa
 BIM: mallinnetaan suunnittelun aikaisella geometriatiedolla
 Tyhjä kenttä = ei mallinnus- tai tietosisältövaadetta
 Tietosisältövaatimusten laajuus on riippuvainen käytetystä sovellusohjelmistosta

Edellytykset verkostogeometrian tarkkuustason saavuttamiselle: RAK ja ARK 3D-malli käytettävissä ennen TATE-mallituksen aloittamista.

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutussuunnittelu	
	2D	BIM	2D	BIM
	Geometrian tarkkuustaso		Tietosisältö	
TATE				
TATE-vaatimusmalli			ks. Tekstiosuuden kappale 3	ks. Tekstiosuuden kappale 3
2D-leikkaukset	x		Leikkaukset tehdään vähintään peruskäytävistä, LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset	Leikkaukset tehdään vähintään peruskäytävistä, ikkunapenkkeistä, kullujen ulostuloista, TATE-tekniikkakerroksista (kellarit, pöytähuoneet jne.). LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset
Reiävarausobjektit				Mihet, urakoitsijajästo, abs.korhoasema
Näkyvät alakaatosennukset				ks. Teulikon muut kohdat. Onnistuneeseen mallinnukseen tarvitaan arkkitehdin alakaatto mallinnettuna sekä alakaattoautajako ja leitesijoihin 2D-alakaattopiirustuksessa
Mallihuoneet ja -alueet	x		ks. Tekstin kappale 4.3	ks. Teulikon muut kohdat. Onnistuneeseen mallinnukseen tarvitaan arkkitehdin sekä rakennesuunnittelijan malli
Palvelualueasiiriot	x		Palvelualueiden tunnistetiedot	Palvelualueiden tunnistetiedot (esim. "IV-kone 301TK01, Toimistot 1-3, krt2")

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu			Toteutussuunnittelu				
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta
	Tietomalliselostus				Kts. Tekstiosuuden kappale 2.2			
Huolto- ja huoltokäytännöt (Alakatto, seinät, laatat jne.)					x		Virtteellinen sijainti, Todellinen sijoitus työmaalla ARK-piirustusten mukaisesti huomioiden työmaa-alkaiset muutokset (luokasta päästävä käsiksi huolto- / tarkistuskontteeseen)	
Tuotannon esivalmistukset				Kts. Tekstiosuuden kappale 3.3				Kts. Tekstiosuuden kappale 3.3
Sovellusohjelmistojen ulkopuoliset ns. "itsemaillineet 3D-objektit"					x	x	Ulkomitat suunnittelijan arvon mukaisesti	Tunnus, järjestelmäieto

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteussuunnittelu			
	2D	BIM	2D	BIM		
	Geometrian tarkkuustaso		Geometrian tarkkuustaso			
Tietosisältö						
Putkistot						
Runkoputkistot DN20 - DN32 Cu38 - Cu33	x	x	x	x	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastein perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso.
Runkoputkistot DN40 -> Cu42 ->	x	x	x	x	Laattoobjektin alapuolella (esim. katto), ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmissa eikä materiaalisuunnitelmassa.	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuvissa absoluuttinen korkeus (keskiarvo) mittaviivassa
Kytkeintäjohtot					Laattoobjektin alapuolella (esim. katto), ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä reikä- tai asennussuunnitelmissa eikä materiaalisuunnitelmassa.	
Putkistoeristeet					Oltava arvennettävissä kohteeseen yhdistelmämallitarkastein perusteella. DN10-25 putkistojen risteytyksille sallitaan.	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
Suukiventtiilit					Ei vaadetta erilliselle erityisobjektille putkessa. Putken ulkomittaus oltava erityispaiksuus mukana	Eristyksen tyyppi ja pakkaus. Metalliset / seinästä kustannuksien vaikutavat painoitteet kerrottava mittaviivassa ja tietosisältössä.
Eriäisäädettävät venttiilit					Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, DN-koko, painehäviö
Moottoriventtiilit					Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Malli, DN-koko, tilavuusvirtaus, painehäviö, eristäkö, tunnus
Muut venttiilit					Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tilavuusvirtaus, painehäviö, tunnus
Ilmanpoistimet					Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, painehäviö
Suodattimet					Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tunnus (esim. IP4)
Joustavat liittimet					Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	DN-koko, tunnus (esim. SU1)
Varoventtiilit						DN-koko
Paisunta-asut						DN-koko, tunnus (esim. VV1)
Lämmönsäiliöt						Tilavuus
Lämmönjakokeskus	x	x	x	x	Tehtä tai tilavuusvirtaus, painehäviö	Teho tai tilavuusvirtaus, painehäviö
Vedenjäähdytyskone	x	x	x	x	Ulkomitat valitun komponentin mukaiset	Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirtaus ja painehäviö
Verkotulle tai julkisivuun tulevat laitteet ja komponentit	x	x	x	x	Ulkomitat valitun laitteen tai komponentin mukaiset	Liittyvien verkostojen teho, tai tilavuusvirtaus ja painehäviö
Muut pääkoneistot	x	x	x	x		Tunnus
Nestemätkit						Tunnus
Jakotukit						Tilavuus
Laatuaikamittaputkistot						Tunnus
Radiaattorit ja konvektorit						Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso. Kts. kappale 3.4
						Malli, Teho (kts. myös "Eriäisäädettävät venttiilit")

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	2D	BIM		
	Geometrian tarkkuustaso		Tietosisältö			
		Geometrian tarkkuustaso		Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta		
Kierroilmakoneet (puhallinkoneet, vakiilmastointikoneet, tuulisaappikonet jne.)				X	X	Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus (esim. 40LPKN01)
IV-lansivätopatterit				X	X	Tehon- tai tilavuusvirtauksen tarve, painehäviö, tunnus
Käyttövesihaluusteet				X	X	Malli, normivirtaus, painehäviö, tunnus (esim. PAL, WCL). Käyttövesikalusteiden tunnuksen perusteella kerrotaan erillisessä dokumentissa muut hankintatiedot (WC-istuin, pesuallasrypy jne.)
Pesulaitteet, WC-istuimet yms. kalusteet						Ei esitystapaesadetta, ARK-suunnitelmien mukaisesti
Pääpalopostit				X	X	ARK-huven osoittamassa paikassa, Ulkomaiset valitun tuotteen mukaiset
Runkoviemärit ilman kastoa	X	X				Ilmaisemassa reittiä. Ei käytettävissä rellis- tai asennussuunnitelmissa eikä materiaalisuunnitelmassa.
Viemäriin kappaleen 4.2 mukaisesti				X	X	2D-leikkausten mukaisessa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallien perusteella. Kts. kohta 3.1.3
Pelomansetit				X	X	
Publictojen tarkastus-/puhdistusluukut				X	X	
Leikkaisiivat				X	X	ARK-huven osoittamassa paikassa
Kattokaisiivat				X	X	Verkkokattokuvan osoittamassa paikassa
Piha-alueen sade- ja jätevesikalvot				X	X	Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti
Piha-alueen erotuskalvot (HEK, REK jne.)	X	X		X	X	Sijainti pihasuunnitelman mukaisesti
Piha-alueen tarkastusputket ja -kalvot				X	X	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. HEK1)
Pennumuuriin sijoitetut sade- ja jätevesikalvot / -pumppaamot				X	X	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. TP1)
Pennumuuriin sijoitetut erotuskalvot	X	X		X	X	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. JVP1)
Pennumuuriin sijoitetut tarkastusputket ja kalvot				X	X	Minimissään 2D-viiteviivalla tunnus (esim. HEK1)
Verkostojen tyhjennykset						Eritetään minimissään kaaviolla
Anturit (TI, FI, TE, PE, PDE jne.)						Eritetään minimissään kaaviolla
Anturitasut						Ei esitystapa
Publictojenkalvot						Eritetään 2D-leikkauksissa
Sprinklerisuutimet				X	X	Sijointi esikattopinnoituksen mukaisesti
				X	X	K-arno, DN-koko, tunnus (esim. SP61)

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutussuunnittelu		Tietosisältö -järjestelmien osalta	
	ZD	BIM	ZD	BIM		
	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	Geometrian tarkkuustaso			
Putkistojen liitostavat (kierteet, laipjat jne.)					Ei esitystapaesitetä, esitetään muissa dokumenteissa	
Lämmönjakohuoneen putkistot			x	x	Mallinnetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
Vik-huoneen putkistot			x	x	Mallinnetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
Vik-huoneen pumput			x	x	Mallinnetaan viiteellinen sijoituspaikka	Tummus
Vik-huoneen sekoitusryhmät ja komponentit				x	Esitetään kaaviossa	
IV-konehuoneen runkoputkistot				x	2D-leikkausten muuasssa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
IV-konehuoneen kytkentäputkistot				x	2D-leikkausten muuasssa paikassa. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
IV-koneiden pumput ja sekoitusryhmät			x	x	Sisältö esitetään kaaviossa. Anviolitu sijoitus esitetään mallinnettuna esim. laattikko-objekti	Laitetunnukset basokuvissa mitteivillä (esim. 301.P04, 301.PY04)
Muut tekniset tilat			x	x	Mallinnetaan minimissään runkoputkistot	Materiaali, DN-koko, tilavuusvirtaus, painetaso
Muun teknisen tilan sekoitusryhmät ja komponentit			x	x	Sisältö esitetään kaaviossa. Anviolitu sijoitus esitetään mallinnettuna esim. laattikko-objekti	
Kuulut ja hormit		ks. Tekstin kohta 4.1 Tilavauukset, tilat	x	x	Putkistot mallinnetaan kuluun eristyneen. Oltava asennettavissa kohteeseen yhdistelmämallitarkastelun perusteella	Kuten runkoputkistot.

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutussuunnittelu		Tietosisältö	Geometrian tarkkuustaso		Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta	
	Geometrian tarkkuustaso		Geometrian tarkkuustaso			BIM			
	2D	BIM	2D	BIM		2D	BIM		
Ilmanvaihto									
Runkokanavistot	x	x						2D-leikkauksen mukaisessa paikassa. Oltava suunnitelmassa kohteeseen yhdistämälläkannasteluun perusteella	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso. 2D-kuvissa absoluuttinen koordinaatti (keskilinja) mitattavissa
Kytkenkanavistot								2D-leikkauksen mukaisessa paikassa. Oltava suunnitelmassa kohteeseen yhdistämälläkannasteluun perusteella	Materiaali, koko, tilavuusvirtaus, painetaso
Kanavistoeristeet								Ei vaadetta erilliselle eristysobjektille kannavassa. Kannavan ulkomittassa oltava eristyspaksuus mukana	Eristyksen tyyppi ja paksuus. Metalliset / selvästi kutsuttaviksi valittavat pinnoitteet kerrottava mitattavissa / tietotallinnassa.
Koteoidut iv-koneet	x	x						Suunnitelija määrittää koneen laitevalmistajan ohjeistuksella ja käyttää ensisijaisesti ohjeistuksen tuottamaa koneobjektia	Tunnus, esim. 301TK01
Huippumuurit	x	x						Arvioitu sijainti ja ulkomitat	Tunnus, esim. 301PK02, koko
Kanavapuhaltimet	x	x						Arvioitu sijainti ja ulkomitat	Tunnus, esim. 301PK02, koko
Uuospuhalluslaitteet	x	x						Arvioitu sijainti ja ulkomitat	Tunnus, esim. UPH4, koko
Ulkosäiliöt	x	x						Arvioitu sijainti ja ulkomitat	Tunnus, esim. U51, koko
Päällelaitteet									Malli, koko, tunnus (esim. T1), ilmavirta, painehäviö, äänitaso, esiasaoharvo
Siltoilmaseinät									Malli, koko, tunnus (esim. S1)
Säätöpellit									Malli, koko, tunnus (esim. SP1), ilmavirta, painehäviö, esiaahto
Ilma- / valonviritysseinät									Malli, koko, ilmavirta, painehäviö, yksilöty tunnus (esim. 301IMS1000.1 [järjestelmä-IMS-sijainti-juokseva nro.])
Paloletti									Malli, koko, painehäviö, yksilöty tunnus (esim. 301PP1000.1 [järjestelmä-PP-sijainti-juokseva nro.])
Moottoroitu paloletti									Malli, koko, ilmavirta, painehäviö, tunnus (esim. AV3)
Kanaviston äänenvaimentimet									Tunnus (esim. P11)
Puhdistusluulut									Koko, tunnus (esim. 301JLP4)
IV-kanavistopatterit	x	x							Koko, tunnus (esim. SUI1)
Ilman laatuun vaikuttavat kanavistokomponentit (suodatus, kostutus jne.)	x	x							Tunnus (esim. J14)
Joustavat liittimet									LVI-suunnittelija koordinoi TATE-ehkäisyt
Kannakkeet									
Äänurit									
Kanavistojen liittävät (lisätilos jne.)									
Kuulut ja hornit									Komponenttien ja kanavistojen tietosisältö kuten tässä taulukossa mainittu

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Tietosisältö		Toteutussuunnittelu		
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso
Sähkötekniikka							
Muuntajat	x	x			x	x	Tunnus, esim. T1
Kojelait	x	x			x	x	Tunnus, esim. SIK1
Pääkeskukset	x	x			x	x	Tunnus, esim. PK1
Virtakäytöt	x	x			x	x	Koko
Kompensointiparit	x	x			x	x	Tunnus, esim. Q1
Akustot	x	x			x	x	Tunnus, esim. AK
Jakokeskukset	x	x	Pääjohdon osalta		x	x	Tunnus, esim. JK1
Riisäytentäimet	x	x			x	x	Tunnus, esim. RKT1
Telejärjestelmien keskuslaitteet	x	x			x	x	Tunnus, esim. KJ
Turvajärjestelmien keskuslaitteet	x	x			x	x	Tunnus, esim. PIK
Kaapelihyllyt ja ripustuskiskot	x	x	Pääreitien osalta		x	x	Koko, tyyppi (väär-/levyhyly), 2D-piirustuksissa absoluuttinen korkeusmittaustasossa [alareuna]
Johdokourut	x	x	Pääreitien osalta		x	x	Koko
Lattianauvat ja -rasiat	x	x	Pääreitien osalta		x	x	Koko
Pytynousut			lts. Tekstin kohta 4, tilavaikutukset		x	x	Koko
Kannatus- ja ripustukset							LVI-suunnittelijä koordinoi TATE-vaikutukset
Valaisimet	x		Mallihuoneissa BIM		x	x	Positio
Poistumisvalaisimet	x				x	x	Positio
Varo- ja turvavalaisimet					x	x	Positio
Kytkimet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi, esim. 6-kytkin
Pistorasiat			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi, esim. Masadoitettu pistorasia 2-os.
Lähe- ja ääniohjoitimet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Tunnus, esim. PIR
Turvakytkimet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi, esim. Turvakytkin
Jalot- ja kytkentärasiat					x	x	
Kaluttimet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi
Kamerat			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi
Paloilmaisimet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi, osoite
Paloainekkeet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi, osoite
Merkintakalusteet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi
Muut telejärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi
Muut turvajärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi
Telepistorasiat			Mallihuoneissa BIM		x	x	Laitetyyppi, tunnus/osoite
Nousujohtot			Pääjohdon osalta, kaaviomuotio				Ehitetään minimissään kaaviossa
Teleurakojohtot			Pääreitit, kaaviomuotio				Ehitetään minimissään kaaviossa
Sähköjärjestelmien kaapeleiden					x		

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu		Toteutussuunnittelu		Tietosisältö -järjestelmien osalta
	2D	BIM	2D	BIM	
	Geometrian tarkkuustaso		Geometrian tarkkuustaso		
Telepiirien kaapelointi			x		Tähtimäiset verkot kaaviossa
Turvajärjestelmien kaapelointi			x		Tähtimäiset verkot kaaviossa
Käyttäjän aktiivilaitteet					Ei suunnitella lain pitissä, huomioi osan liitynnöissä
Sähköurakan ulkopuoliset laitteet, kuten esim. oviohjauskeskukset			x	x	Laitetyyppi
Rakennusautomaatio					
RAU-keskukset	x	x	x	x	Tunnus, esim. VAK1
Anturit tiloissa näkyviinä			x		Tunnus, esim. TE1
Anturit TATE-verkostotilissa, ei näkyviinä			x		Tunnus, esim. TE1
Säätölaitte- ja muut kotelot			x		Tunnus, esim. TC1
Torjmlaitteet			x		Tunnus, esim. FS1

Taulukon "BIM" merkitsee seuraavaa:

- käytetään ensisijaisesti sovellusohjelmakirjaston 3D-komponentteja, IFC-yhteensopivina
- IFC-mallien tietosisältö minimissään taulukon mukainen

Taulukon "2D" merkitsee seuraavaa:

- kaaviossa esitetään periaatteet halutuille toiminnallisuuksille
- tasokuvissa esitetään komponentin sijoitus
- symbolitasoinen esitys on hyväksytty

LIITE 4: HAASTATTELUKYSYMYKSET

1. Perustiedot:

- Nimi
- Asema
- Tehtävät
- Kuinka paljon kokemusta tietomalleista eri hankkeissa

2. Miten tietomallipohjainen määrälaskenta eroaa perinteisestä määrälaskennasta?

- Mitä etuja ja puutteita tietomallipohjaisessa määrälaskennassa on mielestäsi verrattuna perinteiseen 2-ulotteiseen määrälaskentaan?

3. Mitä tietomalliohjelmiä käytät apuna määrälaskennassa?

- Mitä hyviä ja huonoja puolia käyttämissäsi ohjelmissa on?
- Kuinka sujuvaa on tiedonsiirto eri ohjelmien välillä?

4. Vastaavatko käytettävät tietomallit määrälaskennan vaatimuksia?

- Onko mallinnettu oikein määrätiedon kannalta?
- Ovatko tunnusluvut ja sijainnit merkitty oikein?
- Onko malleissa päällekkäisyyksiä?
- Onko mallinnettu oikeilla työkaluilla?
- Onko poikkeavuudet kirjattu mallinnustapaselostukseen?
- Muita ongelmakohtia?

5. Mistä malleista saat määrätietoa?

- Mitä määrätietoa saat arkkitehtimalleista?
- Mitä rakennemalleista?
- Entä talotekniikkamalleista?

6. Kuinka paljon määrätietoa voidaan saada suoraan tietomallista?

- Mitä puolestaan ei saada suoraan mallista, miksi?

7. Miten suoritat tietomallipohjaisen määrälaskentaprosessin?

- a) Miten suoritat lähtötietojen tarkistamisen?
 - Miten tarkastat mallien sisällön oikeellisuuden? (Visualisointi, törmäystarkastelut)
- b) Miten suoritat määrälaskennan?
 - iLinkin avulla suoraan kustannuslaskentaohjelmaan?
 - Määrätiedon viemisellä Excel-tiedoston kautta kustannuslaskentaohjelmaan?
- c) Miten suoritat laadunvarmistuksen määrälaskennan suorittamisen jälkeen?
 - Määrälaskennan tarkkuustason määrittäminen ja arviointi

8. Tietomalleilla saavutettava hyöty määrälaskennan kannalta

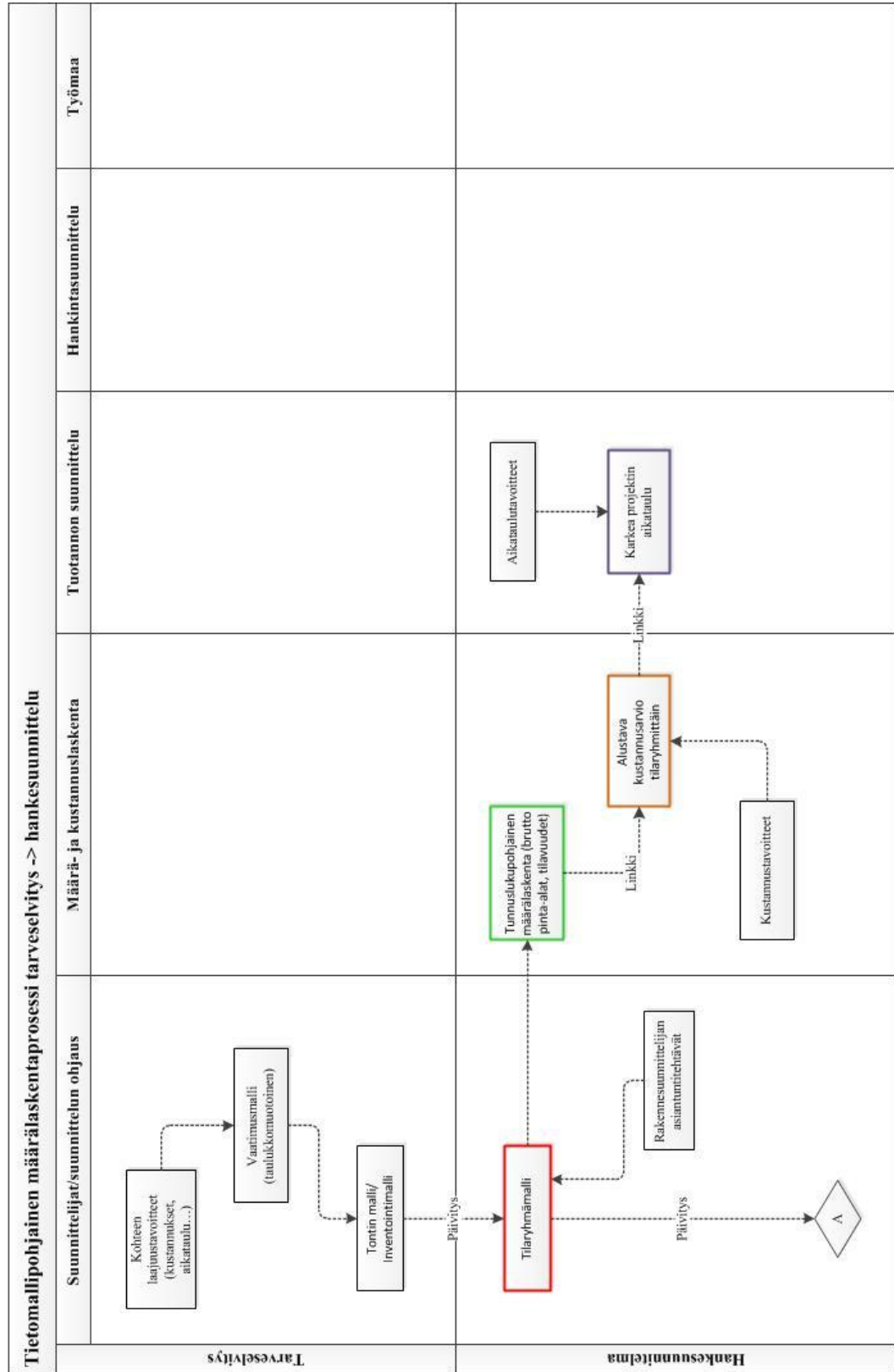
- Mitkä ovat keskeiset saavutettavat hyödyt tietomallipohjaisessa määrälaskennassa?
- Mitä puutteita, ongelmia tietomallipohjaisessa määrälaskennassa mielestäsi on?
- Kehitysehdotuksia? Muuta kommentoitavaa?

LIITE 5: ARKKITEHTI JA RAKENNEMALLISTA LASKETTAVAT MÄÄRÄT

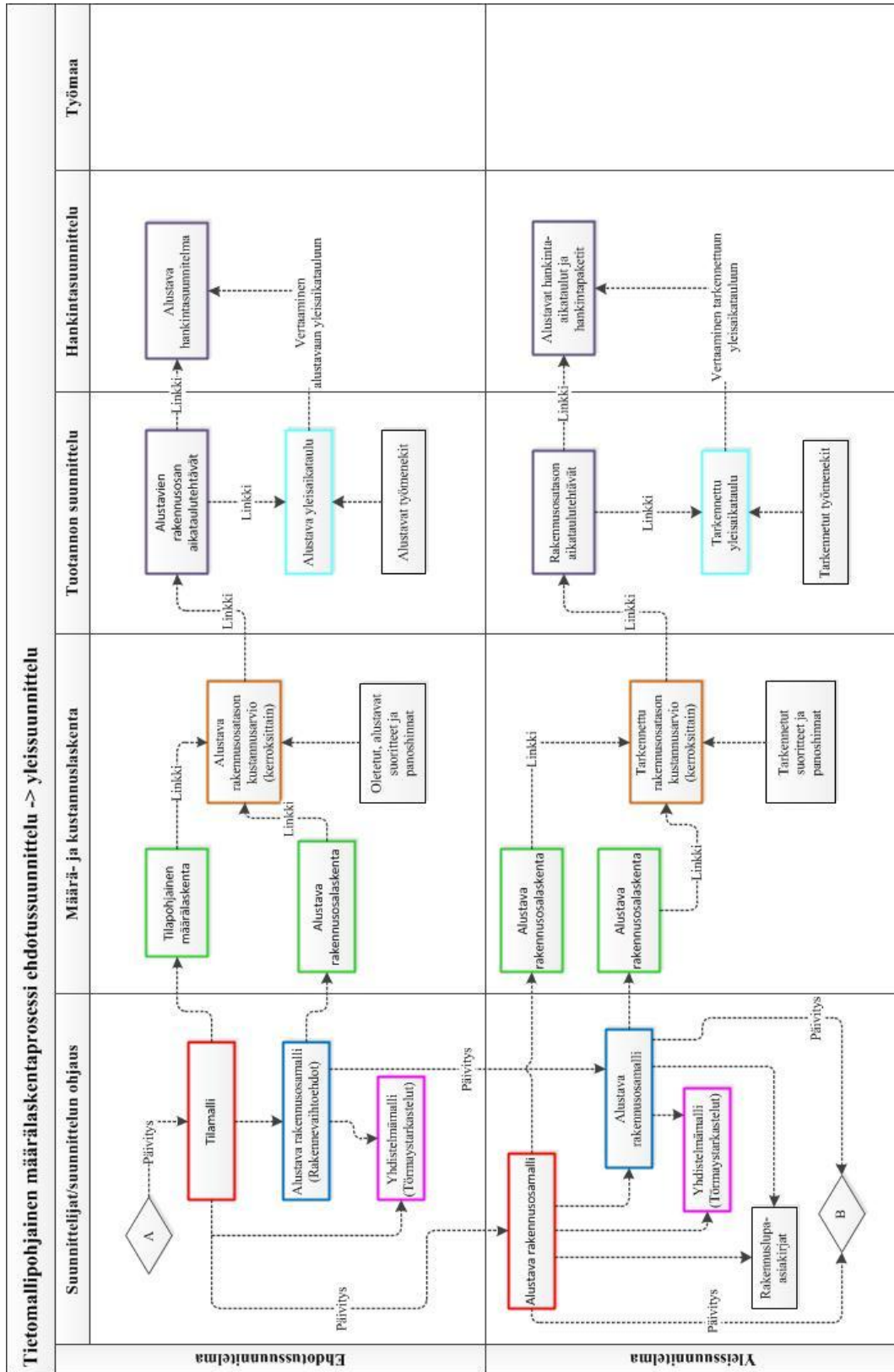
Liitteessä 5 on kuvattu mitä määriä saadaan arkkitehtimallista ja mitä rakennemallista, jos molemmat mallit ovat käytössä laskennassa. Ryhmittelyn pohjana on käytetty kustannuslaskennassa käytettävää Talo 80-nimikkeistöä. Alla oleva taulukko on esimerkki, mallinnuksen aloituspalaverissa käydään läpi, kuka mallintaa laskentatasoon mitäkin.

Rakennusosa	Arkkitehtimalli	Rakennemalli	Huomiot
1 Maa ja pohjarakennus			
11	Raivaus ja purku		
12	Maankäivi		
13	Louhinta		
14	Pohjarakenteet ja vahvistus	(x)	Paalutuksen osalta
15	Salaojat ja putkijohdot		
16	Täyttö ja tiivistys		
17	Rakennusalueen rakenteet		
18	Ulkovarusteet		
2 Perustukset			
21	Anturat		x
22	Perusmuurit, -palkit ja -pilarit		x
23	Kantava alapohja		x
25	Väestönsuojarakenteet		x
26	Maanvarainen laatta		x
27	Eryisrakenteet		x
28	Ulkopuoliset rakenteet	x	(x) Betonirakenteiset rakennemallista
3 Runko- ja vesikattorakenteet			
32	Kantavat väliseinät ja pilarit		x
33	Laatat ja palkit		x
34	Portaat	x	(x) Betonirakenteiset rakennemallista
35	Ulkoseinät	x	(x) Betonirakenteiset rakennemallista
36	Ulkotasot ja parvekkeet	x	(x) Betonirakenteiset rakennemallista
37	Ullakko ja kattorakenteet	x	
38	Tilaelementit		x
4 Täydentävät rakenteet			
41	Ikkunat	x	
42	Eryisikkunat	x	
43	Ovet	x	
44	Eryisovet	x	
45	Kevyet väliseinät	x	
46	Eryisväliseinät, jakoseinät	x	
47	Kaiteet, hoitotasot ja -sillat	x	
48	Hormit, tulisijat, kanavat, piiput	x	
5 Pintarakenteet			
51	Vesikate	x	
52	Sisäseinien pintarakenteet	x	
53	Sisäkattojen pintarakenteet	x	
54	Porrashuoneen pintarakenteet	x	
55	Ulkoseinän pintarakenteet	x	
56	Lattian pintarakenteet	x	
57	Eryisistilojen pintarakenteet	x	
58	Maalaus ja tapetointi	(x)	Laskenta yleensä m3 perusteisesti
6 Kalusteet, varusteet, laitteet			
61	Kalusteet	(x)	Laskenta yleensä listasta/pohjakuvista
62	Varusteet	(x)	Laskenta yleensä listasta/pohjakuvista
63	Laitteet ja koneet	(x)	Laskenta yleensä listasta/pohjakuvista
64	tilaryhmäkalusteet	(x)	Laskenta yleensä listasta/pohjakuvista
67	Väestönsuojavarusteet	(x)	Laskenta yleensä listasta/pohjakuvista
7 Konetekniset työt			
71	Lämpö-, vesi- ja viemäntyöt		
72	Ilmanvaihtotyöt		
73	Sähkötyöt		
74	Siirtotekniikka		
78	Rakennuttajan hankintojen aputyöt		

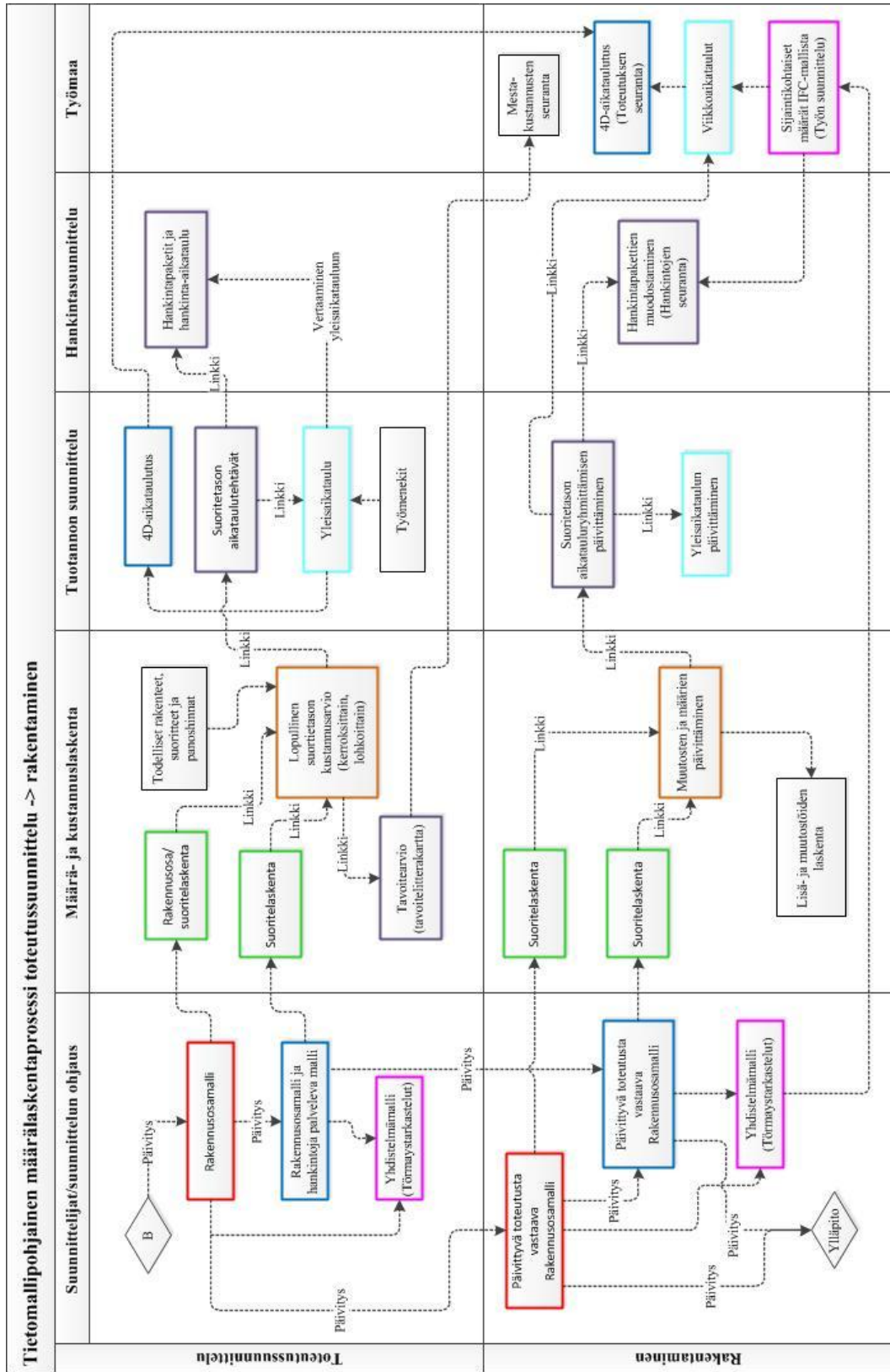
LIITE 6: MÄÄRÄLASKENTAPROSESSI



- Archicad/Revit
- Tekla Structures CM
- TCM i.Link4/EasyBim
- TCM PRO Estimite
- TCM tuotanto
- TCM Planner
- Solibri Model Checker



- Archicad/Revit
- Tekla Structures CM
- TCM iLink4-EasyBim
- TCM PRO Estimate
- TCM tuotanto
- TCM Planner
- Solibri Model Checker



LIITE 7: YHTEENVETO MENETTELYOHJEISTA

Seuraavassa on kuvattu yhteenvetona case-määrälaskennan menettelyohjeet kustannuslaskentaa, aikataulutusta, hankintasuunnittelua ja työn suunnittelua varten.

Kustannuslaskenta

1. Tehdään lähtötietojen tarkastus; selvitetään mitä malleja rakennuskohteesta on olemassa ja mitkä ovat niiden viimeisimmät versiot. Tarkastetaan malli/mallit mallinnusohjelmissa ja käydään läpi projektin tietomalliseloste ja muut tarvittavat dokumentit.
2. Kirjataan laskentamuistioon mitä määrätietoa lasketaan arkkitehtimallista ja mitä rakennemallista.
3. Luodaan TCM PRO -kustannuslaskentaohjelmaan hanke ja tuoterakenteet tai käytetään aikaisempaa hanketta pohjana. Valitaan käytettävä hanke TCM PRO:ssa aktiiviseksi Express projektiksi, jolloin määrätietoa voidaan linkittää kyseiseen hankkeeseen.
4. Avataan mallinnusohjelma ja malli josta määrätietoa lasketaan
5. Luodaan uusi projekti iLink4:issä ja tuodaan tuoterakenteet TCM PRO:sta
6. Ryhmitellään määrät iLink4:issä Model Browser -työkalun avulla TCM PRO:n tuotereseptien mukaisesti
7. Linkitetään määrät Link with Cost Estimating – ikkunassa joko rakennusosa- tai rakennusosa- ja suoritetasolla. Määrät linkitetään kerroksittain ja lohkoittain (jos tiedossa), jolloin sijaintikohtaista määrätietoa voidaan käyttää hyödyksi tuotannon suunnittelussa.

Aikataulutus

1. Julkaistaan hanke TCM PROssa TCM Tuotantoon
2. Avataan TCM Tuotanto ja hankevalikosta kustannuslaskennasta tuotu hanke
3. Valitaan aikataulutehtävät
4. Käytetään Tocoman yleisaikataulunimikkeistöä oletuksena (Omia aikataulunimikkeistöjä voidaan luoda TCM Adminissa)
5. Valitaan aikataulutehtävät valikosta liitä kustannuslaskelmarivit
6. Valitaan liitetäänkö kustannuslaskennan rivejä aikataulutehtäville rakennusosittain, suoritteittain vai suoritekohtaisesti sijainneittain (Liittämisessä voidaan käyttää säännöstöä tai liittäminen voidaan tehdä toisen hankkeen mukaisesti)
7. Valitaan aikataulutehtäville mitoitettavat määrät
8. Muokataan tarvittaessa aikataulutehtävien kestoja, oletustyöryhmiä yms.
9. Julkaistaan hanke TCM Planneriin
10. Avataan TCM Planner ja avataan kansio; avaa TCM-hanke palvelimelta. Määritetään käytettävä palvelinosoite ja tunnukset, jonka jälkeen valitaan käytettävä hanke avautuvasta listasta.
11. Määritetään aikataulutehtäville esimerkiksi ajoitukset, ryhmittelyt, seurannat ja resurssit.

Hankintasuunnittelu

1. Julkaistaan hanke TCM PROssa TCM Tuotantoon
2. Avataan TCM Tuotanto ja hankevalikosta kustannuslaskennasta tuotu hanke
3. Valitaan hankintatehtävät
4. Käytetään Tocoman hankintanimikkeistöä oletuksena (Omia hankintanimikkeistöjä voidaan luoda TCM Adminissa)
5. Valitaan hankintatehtävät valikosta liitä kustannuslaskelmarivit
6. Valitaan liitetäänkö kustannuslaskennan rivejä hankintatehtäville rakennusosittain, suoritteittain, panoksittain vai suoritekohtaisesti tai panoskohtaisesti sijainneittain (Liittämisessä voidaan käyttää säännöstöä tai liittäminen voidaan tehdä toisen hankkeen mukaisesti)
7. Valitaan tarvittaessa hankintatehtäville mitoittavat määrät
8. Luodaan alustavat hankintasuunnitelmat ja verrataan niitä kustannuslaskennan tietoihin.
9. Täydennetään alustavia suunnitelmia hankkeen edetessä.

Työn suunnittelu

1. Avataan kohteen IFC-malli Solibri Model Checkerissä ja siirrytään Informaation talteenotto – välilehteen.
2. Ryhmitellään halutut rakennusosat käyttämällä luokittelu-työvalikkoa ja valintakoria.
3. Lisätään haluttu määrätieto valintakoriin ja painetaan laske valitut.
4. Määritetään Informaation talteenotto -työkaluvalikossa mitä määrätietoa rakennusosista halutaan.
5. Määrätieto tuodaan Excel-tiedostoon raportoi-painikkeella.