

Sampo Salomäki

# Tietomallin käytön kehittäminen kustannushallinnassa rakennusurakan sisävalmistusvaiheessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

27.02.2018

Tekijä Otsikko	Sampo Salomäki Tietomallin käytön kehittäminen kustannushallinnassa rakennusurakan sisävalmistusvaiheessa
Sivumäärä Aika	37 sivua + 4 liitettä 27.02.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Projektinhallinta
Ohjaajat	Työn ohjaaja Anne Pietilä Kustannusinsinööri Vili Vainio
<p>Insinööritöiden tavoitteena oli löytää erilaisia menetelmiä tai tapoja, joilla tietomallin käyttöä voitaisiin tehostaa kustannushallinnassa. Työ toteutettiin käynnissä olevan Helsingin Pasi-lassa sijaitsevan poikkeuksellisen suuren rakennushankkeen, Triplan, yhteydessä.</p> <p>Kehityskohteita kartoitettiin haastatteleamalla tietomallia käyttäviä toimihenkilöitä. Lisäksi taustalla oli omakohtaista kokemusta määrälaskennasta tutkimuskohteena olevalla ohjelmistolla. Osaan kehitettäviin kohteisiin saatiin vastauksia arkkitehdiltä, joka luo tietomallin.</p> <p>Tuloksena saatiin vastauksia joko siihen, että miksi jotakin informaatiota ei voida lisätä tietomalliin, tai miten tulevaisuudessa pitäisi toimia toisin, jolloin informaatio voitaisiin lisätä. Tuloksena syntyi myös laskentataulukko, joka yhdistää tietomallin ja kustannusennusteen samaan laskentapohjaan.</p> <p>Tulevissa hankkeissa, jossa tietomallia käytetään, tulee tarkemmin määritellä hankkeen alusta asti, mitä tietoja tietomalliin halutaan pääurakoitsijan näkökulmasta.</p>	
Avainsanat	Tietomalli, kehitys, sisävalmistusvaihe, suunnittelija, kustannus

Author Title	Sampo Salomäki Development of the use of the information model during the inner work phase
Number of Pages Date	37 pages + 4 appendices 27 February 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineer
Professional Major	Project management
Instructors	Anne Pietilä, Supervisor Vili Vainio, Cost Engineer
<p>The aim of the thesis was to find various methods or ways to improve the use of the information model in cost management. The study was carried out within an unusually large construction project in Helsinki.</p> <p>Development areas were surveyed by interviewing staff who use the information model. In addition, the author's own personal experience on quantitative analysis computing using the software in question was used as a basis for the study. The architect who creates the information model also provided answers and solutions to some of the development targets.</p> <p>The resulting solutions examine either why some information cannot be added to the information model, or how to act in the future in order to increase the amount of information. As a product of the study an Excel sheet was developed, that combines the information model and the cost forecast within the same calculation sheet.</p> <p>For future projects in which the information model will be used, it is necessary to specify right from the beginning of the project what information is to be obtained from the point of view of the main contractor.</p>	
Keywords	Information model, development, designer, cost, site

## Sisällys

### Sanasto

1	Johdanto	1
1.1	Työn rajaus	2
1.2	Tutkimusmenetelmät	2
1.3	Tutkimuskysymykset	3
2	Tietomallin käyttötarkoitus	4
3	Tietomallin ongelmakohdat	7
3.1	Eri suunnittelualojen tietomallit	7
3.2	Tietomallin tiedostokoko	7
3.3	Tietomallin suuren tiedostokoon tuomat ongelmat	8
4	Tietomalli kustannushallinnassa	9
4.1	Tietomallin hyödyntäminen hankinnassa	9
4.2	Kustannusennusteiden tekeminen tietomallilla	10
4.3	Tietomallin hyödyntäminen kokonais kustannusten arvioimisessa	11
5	Luokittelu tietomallilla	12
5.1	Mihin luokittelua voidaan käyttää?	12
5.2	Mitä hyötyjä luokittelusta on?	14
6	Kehityskohteet	15
6.1	Mitä tietoja tarvitaan	15
6.1.1	Pintamateriaalit	15
6.1.2	Statustieto	16
6.1.3	Läpivientitiedot	17
6.1.4	Tietomallin jakaminen osalohkoihin	18
6.1.5	Rakennusosien mallintaminen pienemmän tilan mukaan	18
6.1.6	Muut lisätiedot	19
6.2	Miten tietoa käsitellään?	19
6.3	Informaation jakaminen	20
7	Kehitysehdotuksia	21

7.1	Miten tietomallilla tehtyä määrälaskentaa voidaan tehostaa edesauttaakseen kustannushallinnan prosessia?	21
7.2	Mitä tietoja tietomalliin pitää lisätä auttaakseen määrälaskentaa?	21
7.2.1	Pintamateriaalit	21
7.2.2	Statustieto	22
7.2.3	Läpivientitiedot	22
7.3	Miten olemassa olevaa tietoa pitää muuttaa, jotta se olisi paremmin hyödynnettävissä?	22
7.3.1	Tietomallin jakaminen osalohkoihin	22
7.3.2	Rakennusosien mallintaminen pienemmän tilan mukaan	23
7.3.3	Muut lisätiedot	23
7.4	Miten määrälaskentaruosteista saadaan yhtenäiset yrityksen sisällä, jotta niiden tulkitseminen olisi vaivattomampaa?	23
7.5	Miten olemassa olevat määrälaskelmat saadaan paremmin niitä tarvitsevien henkilöiden saataville?	24
7.6	Laskentataulukko	24
8	Pohdintaa	27
8.1	Työvoiman ikäryhmien vaikutus	27
8.2	Jatkotutkimus tietomallin hyödyntämisestä lisä- ja muutostöissä	28
9	Yhteenveto	29
	Lähteet	30
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelu Janne Salin	
	Liite 2. Haastattelu Mikko Huohvanainen	
	Liite 3. Haastattelu Jenna Huuhka	
	Liite 4. Haastattelu Richard Hogan	

## Sanasto

<b>aliurakoitsija</b>	Suorittaa pääurakoitsijan kanssa sopimansa erillisen aliurakan. Tilaajana toimii pääurakoitsija rakennuttajan sijasta
<b>ARK-malli</b>	Arkkitehtisuunnittelumalli, pitää sisällään arkkitehdin tekemän osuuden tietomallista rakenteiden lisäksi
<b>IFC</b>	Rakennusalan standardi tiedonsiirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen [ <i>Industry Foundation Classes</i> ]
<b>LVIS</b>	Lämpö, vesi, ilmanvaihto ja sähkö
<b>mallintaminen</b>	Tapa, jolla tietomallin tekijä on kyseisen asian tai kokonaisuuden toteuttanut
<b>määrälaskenta</b>	Informaation kerääminen rakennuskohteesta yksittäisten rakennetyyppien osalta. Ilmoitetaan neliö-, juoksu- tai kuutiometreinä
<b>pääurakoitsija</b>	Pääurakan toteuttava urakoitsija. Pääurakka pitää sisällään varsinaiset rakennustekniset työt perustus-, runko- ja sisävalmistusvaiheista. Pääurakoitsija voi toteuttaa osan urakasta aliurakoitsijoilla
<b>RAK-malli</b>	Rakennesuunnittelumalli pitää sisällään rakennuksen runkoon liittyvät osat kuten paikallavaletut rakenteet ja elementit
<b>sisävalmistusvaihe</b>	Rakentamisen työvaihe, jossa tehdään kevyet rakenteet, talotekniikka ja viimeiset pinnat
<b>Solibri</b>	Tutkimuksessa käytettävä tietokoneohjelma, jolla voidaan avata IFC- muodossa olevat tietomallit tarkastelua ja raportointia varten
<b>tietomalli</b>	Koko rakennuskohteen tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa

## 1 Johdanto

Kustannushallintaa rakennusurakassa voisi tehostaa vakioimalla toimintatapoja, jolloin tuotettaisiin tehokkaammin varmempaa informaatiota. Määrälaskenta on olennaisessa osassa kustannushallintaa ja sitä ei tällä hetkellä voida toteuttaa halutulla tehokkuudella ajan ja tarkkuuden suhteen. Tietomallista pystyy teoriassa laskemaan kaiken laskentaa vaativan tiedon, mutta todellisuudessa ei. Tämän insinööriyön tehtävänä on tehostaa tietomallin käyttöä työmaalla.

Kehittämistarpeena on tietomallin hyödyntäminen kustannushallinnassa. Tarkan määrälaskennan avulla kustannusennusteiden tekeminen helpottuu, joka tehostaa kustannusten jakamista työvaiheisiin. Ennusteiden ollessa tarkempia, pystytään etukäteen suunnittelemaan kustannusten vähentämistä työvaiheissa, joissa kustannukset näyttävät kasvavan liian suuriksi. Tarkemmilla ennusteilla päästään kustannustehokkaampaan rakentamiseen, joka edesauttaa budjetissa pysymistä tai jopa sen alittamista. Rakentamisessa on kyse parhaan mahdollisen tuloksen tekemisestä, laadun ja ajan puitteissa, mitä voidaan kehittää kustannushallinnan tehostamisella.

Kustannushallinnan kehittäminen tietomallin avulla vaatii tietomallin, joka on suunnitteluvaiheesta lähtien sillä tasolla, että siitä voidaan tehdä paikkaansa pitävää määrälaskentaa. Toimitilapuolella tämä on haastavaa, koska hankkeen tiedot muuttuvat jatkuvasti. Tutkimuksen tavoitteena on löytää kehityskohteet tietomallin sisältämään informaation ja sen hyödyntämiseen työmaainsinöörin, sekä työnjohtajan toimesta työmaan kustannushallinnan näkökulmasta. Tavoitteeseen päästäkseen tutkimuksessa keskitytään puuttuvien relevanttien tietojen etsimiseen ja niiden sisällyttämisestä tietomalliin. Lisäksi etsitään parhaat mahdolliset keinot, miten työmaalla pystytään tietomallista löytyvä informaatio hyödyntämään tehokkaampien määrälaskentaporttien muodossa.

Tämä insinööriyö tehtiin YIT Rakennus Oy:lle syksyn 2017 ja kevään 2018 aikana. YIT Rakennus Oy toimii seitsemässä maassa Suomen lisäksi. Suomessa YIT on yksi suurimmista toimitila- sekä infrarakentajista ja suurin asuntorakentaja. Venäjällä YIT on suurin ulkomainen asuin- ja aluerakentaja.<sup>1</sup> Yhtiö keskittää voimavaroja ensiluokkaiseen asiakaskokemukseen, korkeaan laatuun ja monipuoliseen jatkuvaan kehittämiseen kiinteistöalalla.<sup>5</sup>

## 1.1 Työn rajaus

Työ keskittyy YIT:n toimitilapuolen sisävalmistusvaiheeseen suurella työmaalla. Kohde-ryhmänä ovat työnjohtajat ja työmaainsinöörit, koska heillä tietomalli on päivittäinen työkalu toteutuksessa. Kohde-ryhmän sisällä on huomattavia tasoeroja ohjelman hallinnassa, mutta tutkimuksessa oletetaan toimihenkilön osaavan tietomallin perusteet, joten osaamistaitoja ei tutkimuksessa lähdetä kehittämään. Tutkimuksessa käytettävä ohjelmisto on nimeltään Solibri Model Checker, jossa näkymänä käytetään informaation talteenottoa. Informaation talteenotto on näkymä, jossa pystytään laskemaan rakennusosien määrätietoja ja raportoimaan ne suoraan laskentaohjelmaan.<sup>7</sup> Kyseinen ohjelmisto on käytössä kohdeyrityksessä, jonka vuoksi se valittiin. Tutkimuksen kohteena on tietomallin hyödyntäminen kustannushallinnassa pääurakoitsijan näkökulmasta.

Tässä työssä kartoitetaan ongelmia rakennustyömaan kustannushallinnassa ja etsitään niihin toimintaa tehostavia tietomallipohjaisia ratkaisuja. Työn tuloksena esitetään toimenpide-ehdotukset rakennustyömaan kustannushallinnan tehostamiseksi.

## 1.2 Tutkimusmenetelmät

Ongelmakohtia kartoitetaan haastattelemalla sekä YIT Rakennus Oy:n asiantuntijoita, että suunnittelijoiden edustajia. Lähdemateriaalina työssä käytetään haastatteluiden lisäksi YIT:n sisäisiä tietokantoja, tietomalliin liittyvää lähdekirjallisuutta sekä internet-lähteitä. Haastatteluiden kautta ilmenneisiin kehitys-, ja ongelma-kohtiin etsitään vastaukset ja korjaavat toimenpiteet.



### 1.3 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksella haetaan vastauksia alla oleviin kysymyksiin. Vastaukset tutkimuskysymyksiin esitetään luvussa 7.

1. Miten tietomallilla tehtyä määrälaskentaa voidaan tehostaa edesauttaakseen kustannushallinnan prosessia?
2. Mitä tietoja tietomalliin pitää lisätä auttaakseen määrälaskentaa?
3. Miten olemassa olevaa tietoa pitää muuttaa, jotta se olisi paremmin hyödynnettävissä?
4. Miten määrälaskentaraporteista saadaan yhtenäiset yrityksen sisällä, jotta niiden tulkitseminen olisi vaivattomampaa?
5. Miten olemassa olevat määrälaskelmat saadaan paremmin niitä tarvitsevien henkilöiden saataville?

## 2 Tietomallin käyttötarkoitus

Tietomallin käyttö on viime vuosina yleistynyt teknologian kehittyessä. Malleista pystytään tekemään erittäin laajoja ja yksityiskohtaisia isossakin kohteessa ja se auttaa rakentamisvaiheessa monella osa-alueella. Tällä hetkellä rakentamisvaiheessa tietomallia käytetään kohteeseen ja suunnitelmiin perehtymisessä, tiedonhakuun hankinnassa, tarjousvaiheessa, määrälaskennassa ja detaljien tarkasteluun, esimerkiksi pohjakuvasta löytyvien tulkinnanvaraisten kohtien tarkistamiseen. Tietomalli on tehokkain tapa yhdistää eri suunnittelualojen suunnitelmat yhteen, jolloin saadaan varmuus niiden toimivuudesta yhdessä, joka mahdollistaa myös tehokkaamman suunnitteluohjauksen.<sup>2</sup>

Tietomallin tekeminen alkaa suunnitteluvaiheessa, jossa arkkitehdit ja rakennesuunnittelijat tekevät tietomallin tulevasta rakennuskokonaisuudesta. Hankkeen alkuvaiheessa suunnitellaan se, mihin tietomallia käytetään projektissa. Suunnittelijavalintavaiheessa annetaan suunnittelijoille mallinnusohje, jossa kerrotaan tietomallin tarkkuus ja siinä tarvittavat tiedot. Mallinnuksen aloituspalaverissa täsmennetään ohje mallisuunnitelmaksi. Suunnitteluvaiheessa keskitytään mallintamisen ohjaukseen ja tarkastuksen organisointiin. Tietomallia hyödyntävässä projektissa otetaan mallintamista tukevat suunnittelunohjauksen menettelyt käyttöön. Suunnitelmat tuotetaan mallista, joten suunnittelijoilta täytyy löytyä tarvittava osaaminen tietomallin oikeaoppiseen tuottamiseen. Tietomalli mahdollistaa eri suunnittelualojen mallien yhdistämisen, jota voidaan hyödyntää rakennettavuustarkasteluissa ristiriitojen välttämiseksi. Tietomallin avulla pystytään tehokkaammin suunnittelemaan sopivat läpiviennit ja tarvittavat reitit talotekniikan osalta. Yhdistelmämallista nähdään, onko suunniteltu reitti todellisuudessa mahdollinen niin teknisesti kuin esteettisestikin. Talotekniikan osalta mallia pystytään myös hyödyntämään asennusjärjestyksen ohjaamisessa.<sup>3</sup>

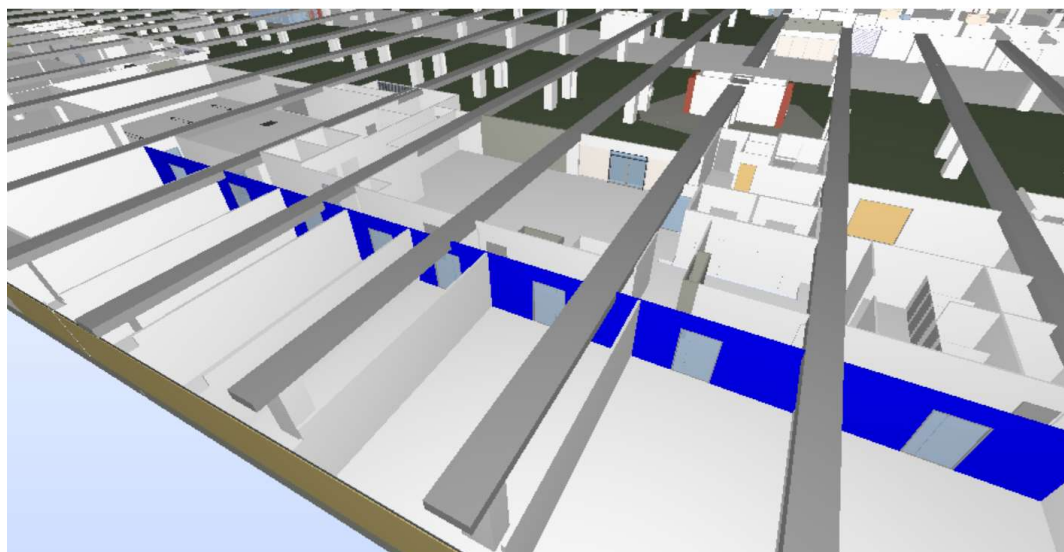
Rakennusyritykset hyödyntävät tietomalleja valmistelu- ja rakentamisvaiheissa. Rakentamisen aloituspalaverissa esitellään mallit, niiden käyttötavoitteet ja niihin tarvittavat ohjelmistot.<sup>3</sup> Työmaaorganisaatiolle pidetään kyseisessä hankkeessa noin puolen työpäivän mittainen oppitunti, jossa tarkennetaan käyttötapoja ja mallin hyödyntämismahdollisuuksia. Tietomalli sisältää paljon erilaisia ominaisuuksia, joiden oppimiseen ei lyhyehkö oppimäärä riitä. Syvempi oppiminen tulee suorittaa niiden toimihenkilöiden osalta, jotka mallia enimmäkseen käyttävät. Hankkeessa on käytettävissä ohjelmistoasiantuntija, joka ohjeistaa ja tarvittaessa opastaa tietomallin käyttäjää ongelmatilanteissa.

Suunnittelijoilta saatua mallia hyödynnetään kohteeseen ja sen suunnitelmiin perehtymisessä ja tiedonhaussa tarjousvaiheessa, hankinnoissa ja työmaatoteutuksessa. Tarjousvaiheessa mallista lasketaan sen vaatimat kustannukset, jonka pohjalta kilpailukykyinen tarjous pystytään antamaan.<sup>3</sup> Hankintavaiheessa tietomallia käytetään määrien laskemisessa, jonka pohjalta tarjoukset pystytään pyytämään tarkoilla arvoilla, jotka hankkeessa tulevat toteutumaan. Haasteena hankinnassa on toimitilapuolella suunnitelmien kesken-eräisyys ja elävyys. Asuntopuolella suunnitelmat ovat pitkälti valmiimpia ennen rakennusvaiheen aloittamista, mikä mahdollistaa tarkkojen määrien ilmoittamisen hankintavaiheessa tarjouskilpailussa oleville.

Työmaatoteutuksessa tietomallia hyödynnetään mittojen tarkistamiseen ja esimerkiksi tarvittavien rakennusmateriaalimäärien laskemisessa. Tietomallin määrätiedon hyödyntäminen mahdollistaa paremman hankintojen suunnittelun sekä pienentää alihankkijoiden riskiä määrätiedoissa, jolloin alihankkijat voivat antaa edullisempia tarjouksia.

Tietomallia hyödynnetään toteutuneiden määrien seurannassa niin aikataulun kuin kustannusten osalta. Mallista tarkastettuja toteutuneita määriä hyödynnetään määriin pohjautuvien aikataulujen suunnittelussa ja niiden seurannassa. Kustannusseurantaa ja laskutusta pystytään hallinnoimaan sekä tulevilla, että jo toteutuneilla määrillä. Toteutuneet määrät ovat nopeasti laskettavissa mallista tarkoilla arvoilla. Näissä on kuitenkin ongelmakohtana mallin rajalliset tilatiedot ja yksittäisten rakennusosien suuret mallinnuskoot. Esimerkkinä kuva 1, jossa seinä on mallinnettu käytävän mukaan, eikä sitä ympäröivien pienempien tilojen mukaisesti. Tilarajojen avulla voidaan katsoa yksittäisen tilan seinien

neliömäärät, mutta ei yksittäistä seinää. Yksittäisen seinän mittaaminen tulee aiheelliseksi toteutusseurantavaiheessa, jolloin vain osa seinistä on tehty tai esimerkiksi maalausmäärissä, jossa jokaiselle seinätyypille on oma maalaustyypinsä.



Kuva 1. Seinän mallinnuskoko estää pienempien tilojen yksittäisen seinän tarkastelun <sup>15</sup>

Kustannushallintaan mallia hyödynnetään määrälaskennan kautta. Kustannusseuranta-kaavioissa tarvittavat määrät rakennustyypeittäin saa raportoitua mallista muutamassa minuutissa, mikä nopeuttaa alkuperäistä laskentaa ja sen ylläpitämistä. Tietomalli osaa raportoida tarvittavat tiedot suoraan laskentataulukkoon, jonka pohjalta on helppo kar- toittaa rakennetyyppien sijainnit ja määrät.

### 3 Tietomallin ongelmakohdat

Suurin ongelma tietomallissa toimitilapuolella on sen luotettavuus. Tietomalli on rakentamisvaiheessa vielä suunnittelun osalta kehityksen tasolla, eikä sitä ole mahdollista suunnitella kaikilta osilta valmiiksi käyttäjätietojen muuttuessa. Tarkoituksena on tarkentaa mallia asteittain työvaiheiden edetessä,<sup>6</sup> jolloin suunnitteluohjausta tehostamalla saataisiin työnjohdolle sekä hankinnalle ajankohtaisempaa informaatiota suunnittelutilanteesta. Tämä tosin koskee kaikkia suunnitelmia, joten se ei ole tietomallista riippuvainen. Tietomalli omalta osaltaan oikein tehtynä helpottaa suunnitelmien valmistamista. Malli osaa esimerkiksi talotekniikan osalta kertoa, ovatko suunnitellut reitit mahdollisia mahdollisten päällekkäisyyksien tai muiden törmäyksien osalta. Tästä huolimatta talotekniikan osalta suunnitelmissa on mahdollisuuksia parempaan tarkkuuteen, sillä päällekkäisyyksiä löytyy teknologiasta huolimatta.

#### 3.1 Eri suunnittelualojen tietomallit

Yhdistelmämallista löytyy kaikkien eri suunnittelualojen tiedot samasta mallista, jolloin tiedoston koko kasvaa erittäin suureksi. Tästä syystä tietomalli jaetaan eri suunnittelualojen perusteella osiin, joista löytyy tarvittavia tietoja tiettyihin käyttötarkoituksiin. Ongelmaksi tässä kohdassa tulee esiin epävarmuus tietomallin sisältämästä informaatiosta. Esimerkiksi arkkitehtimallissa saattaa olla taloteknisiä yksittäisiä rakennusosia, mutta ei kaikkia. Tällöin mallia käyttävän henkilön tulisi tarkasti tietää, mitä mallissa on esillä ja mitä ei. Puuttuvat osat saattavat ongelmatilanteissa tuoda esille lisää ongelmia, jos niistä ei tiedetä. Esimerkiksi määrätietojen epäluotettavuutta tai jos jokin tietty ovi täytyy siirtää rakennusteknisistä syistä johonkin suuntaan ja katsotaan mallista, onko tämä mahdollista. Arkkitehtimallin mukaan siirto näyttää olevan mahdollinen, mutta tämä ei tarkoita sitä, että siirto olisi mahdollinen myös talotekniikan osalta, joka löytyy toisesta mallista. Kyseisissä tilanteissa tulisi siis aina katsoa yhdistelmämallia, jotta vältetään muilta haitatekijöiltä.

#### 3.2 Tietomallin tiedostokoko

Tietomalliin olisi mahdollista sisällyttää kaikki tarvittava tieto viimeiseen ruuviin kantaan asti, mutta se ei ole tehokasta suunnittelijoiden ajankäytön kannalta, eikä tiedoston koon

kasvamisen vuoksi. Tiedostot on jo jouduttu jakamaan eri suunnittelualojen tietomalleihin osittain siitä syystä, että tiedostokoko tulee suureksi, mutta myös siitäkin syystä, että tietomalli sisältäisi mahdollisimman paljon vain relevantteja tietoja sitä käyttävälle. Tämä tekee tietomallista sulavamman käyttää, mutta tietojen puuttuminen saattaa olla myös haitallista. Jonkin oleellisen tiedon puuttuminen tietystä mallista johtaa siihen, että suunnittelijaa pitää erikseen pyytää tekemään malli, josta tarvittava tieto löytyy. Relevanttien tietojen sisällyttäminen on täten hankalaa, koska samaa mallia käyttää useat eri toimihenkilöt, joilla kaikilla on omat tarpeensa sen sisältämän informaation suhteen. Kaikkea tietoa ei siis voida samaan tietomalliin sisällyttää, mutta tulkinta tarpeellisesta tiedosta on hankalaa.<sup>14</sup>

Suunnittelija joutuu kaikessa suunnittelussa ottamaan huomioon, mitä kaikkea tietoa voidaan lisätä ja mitä ei. Arkkitehdin alkuperäinen tietomalli sisältää huomattavasti enemmän yksityiskohtaisia tietoja, mutta ne eivät suoraan tule työmaalla käytettävään tietomalliin, koska ohjelmistot eivät sulaudu toisiinsa täydellisesti. Osa tiedoista joudutaan syöttämään työmaalla käytettävään ohjelmistoon käsin esimerkiksi rakennetyypit ja osa jätetään lisäämättä esimerkiksi wc-tilojen varusteet. Arkkitehdiltä tuleva tietomalli supistetaan lähes puolet pienempään IFC-muotoon sen käytettävyyden vuoksi. Tässä kohdassa osa sekä irrelevanteista että tärkeistä tiedoista häviää.<sup>14</sup>

### 3.3 Tietomallin suuren tiedostokoon tuomat ongelmat

Ongelma tiedoston kasvamisessa rajoittuu käytettävien tietokoneiden suorituskykyyn. Tiedostokooltaan suuri tietomalli on raskas tietokoneelle pyöritettäväksi. Vaikkakin nykyäänä pienemmätkin tietokoneet ovat jo suhteellisen tehokkaita, ei niiden teho kuitenkaan riitä pyörittämään mallia jouhevasti. Ohjelma aukeaa hitaasti ja se on käyttömukavuudeltaan tahmea, mikäli tiedosto on liian suuri. Liiallinen tiedon määrä vaikeuttaa tiedon löytämistä tietomallista ja myös sen hyödynnettävyyttä. Optimaalisessa tilanteessa tietomalli sisältäisi vain sitä käyttävän tarvitseman tiedon, jolloin tiedostokoko pysyisi kohtuullisena ja se ei olisi niin raskas tietokoneelle. Suunnittelijoilta voidaan erikseen pyytää erilaisia tietoja sisältäviä tietomalleja, jolloin jonkin tietyn laskettavan kokonaisuuden määrälaskenta helpottuu. Kaikkea tietoa ei voida kuitenkaan täysin tietomalliin sisäl-

lyttää, johtuen käytettävistä ohjelmistoista, jotka eivät pysty täysin siirtämään informaatiota ohjelmistosta toiseen. Tiedostot muutetaan arkkitehtimallista tarkastelumalliin, joka on eri tiedostomuodossa. Tiedostomuodon muutokset poistavat osan tiedoista.<sup>14</sup>

#### 4 Tietomalli kustannushallinnassa

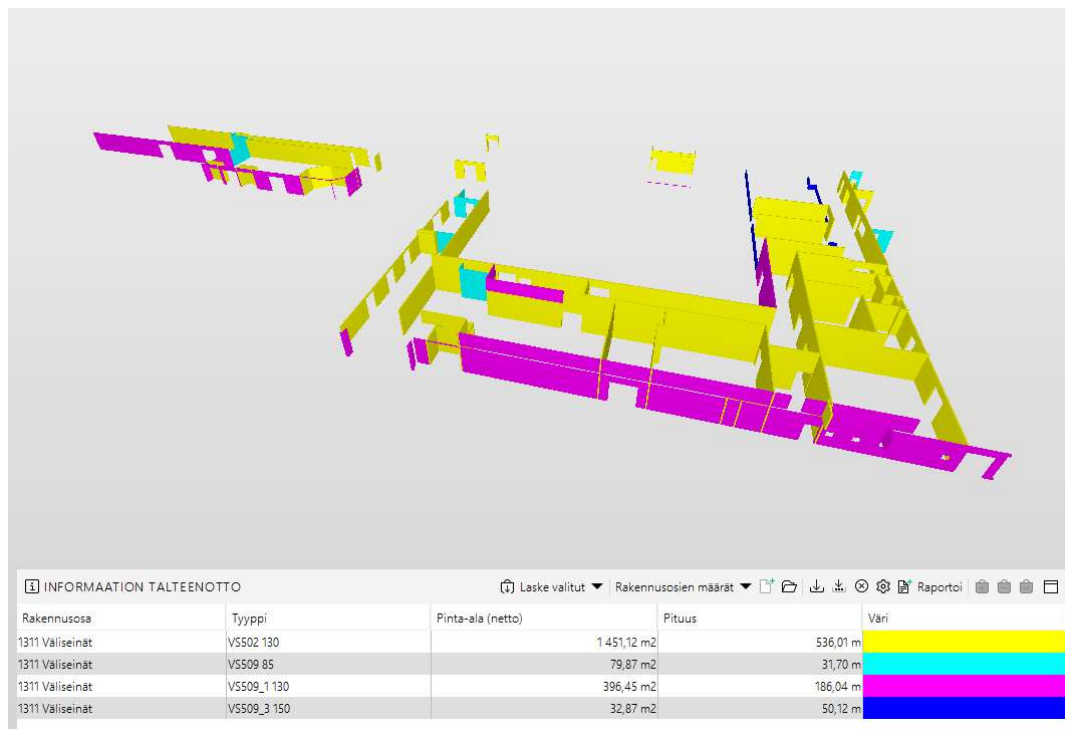
Tietomallia hyödynnetään kustannushallinnassa työmaalla enimmäkseen määrälaskennan avulla. Määrälaskentaa hyödynnetään hankinnassa, kustannusennusteiden tekemisessä ja toteutuneiden määrien seurannassa. Jotta tietomalli olisi laskentakelpoinen, täytyisi sen suunnitteluvalmius olla korkeampi. Suunnittelija tarkistaa tiedot aina ennen mallin jakamista, jotta laskentatiedot olisivat ajankohtaisia ja todellisia. Tällä hetkellä yrityksen käytössä olevasta tietomallista saa vain osan tarvittavista määristä. Puuttuvia tietoja on esimerkiksi pintamateriaaleissa tai porraselementeissä. Portaissa kohdalla objekti löytyy tietomallista, mutta se ei sisällä tunnistetietoa eli nimeä. Tunnistetiedon avulla portaitot pystyttäisiin jakamaan tyypeittäin. Tällä hetkellä portaista saatavat määrätiedot muuttuvat merkityksettömiksi, koska niitä ei voida yhdistää tietyn tyyppiseen portaitkoon.<sup>9</sup>

##### 4.1 Tietomallin hyödyntäminen hankinnassa

Hankinnalle määrätietojen saaminen on erityisen tärkeää. Oikeilla määrillä voidaan pyytää tarkkoja tarjouksia ja määrien ollessa tarkkoja pystyy aliurakoitsijat tarjoamaan edullisempia tarjouksia, koska ei ole pelkoa yllättävistä materiaali- tai työvoimakustannuksista. Etenkin isossa rakennushankkeessa on hyvä mainita yksikköhintaisen urakan sopimuksessa, jos todelliset määrät muuttuvat enemmän kuin esimerkiksi 15 %, katsottaisiin hinnat uusiksi. Määrien kasvaessa urakoitsija todennäköisesti pystyy tuottamaan halvemmalla ja pienentyessä päinvastoin. Hankinnan tarjousvertailu helpottuu huomattavasti tarkoilla määrätiedoilla. Vertailu toteutuu yksinkertaisesti syöttämällä saadut tarjoushinnat ja niiden määrät laskentataulukkoon, jolloin edullisin tarjous laskennallisesti nähdään heti. Kustannusten osalta on siis tärkeää saada hankintavaiheessa paikkaansa pitävät määrätiedot. Tarjouspyyntöjen vertailu ei tosin ole niin yksinkertaista kuin miltä vaikuttaa, koska halvimmalta näyttävä vaihtoehto ei välttämättä ole halvin erillisten lisätöiden vuoksi.<sup>13</sup>

## 4.2 Kustannusennusteiden tekeminen tietomallilla

Kustannusten ennustamisessa hyödynnetään sopimuksen mukaisia hintoja, sekä tietomallista tuotuja määrätietoja. Tietomalli on tehokkain tapa tuottaa tarkkaa tietoa, jonka vuoksi siitä tulisi pystyä laskemaan kaikki mahdollinen määrätieto. Esimerkkinä kuva 2, jossa on laskettu yhden kerroksen yhden osalohkon neliö- ja juoksumetrit alueen sisältämistä muuratuista väliseinätyypeistä. Mahdollisten ylimenevien kustannusten eliminointi helpottuu mallin avulla, esimerkiksi vertailemalla eri hintaisia ratkaisuja, jotka pohjautuvat tietomallista saatuihin määriin. Toki vertailu on mahdollista suorittaa myös perinteisin menetelmin eli käsin laskemalla piirustuksista, mutta erilaisten variaatioiden tekeminen vie murto-osan ajasta tietokoneella verrattuna käsin laskemiseen.<sup>13</sup>



Kuva 2. Yhden osalohkon muuratut väliseinä määrät yhdestä kerroksesta<sup>15</sup>



### 4.3 Tietomallin hyödyntäminen kokonaiskustannusten arvioimisessa

Suuressakin rakennushankkeessa on tietomallin käyttöönoton jälkeen ollut mahdollista laskea arviot kokonaiskustannuksista yhden laskentapäällikön voimin. Aikaisemmin määrät, joihin kustannusarviot perustuvat, on laskettu käsin pohjapiirustuksista usean henkilön toimesta. Laskentaan tarvittiin monta henkilöä hitaan prosessin vuoksi, joka on huomattavasti helpottunut tietomallin avulla. Laskentapäällikkö pystyy yksin laskemaan lähes kaiken tarvittavan tiedon tietomallin avulla. Kokonaismäärät rungosta, perustuksista ja muista rakenteista saadaan RAK-mallista ja muut kuten väliseinät, alakatot ja lattiapinta-alat saadaan ARK-mallista.<sup>9</sup>

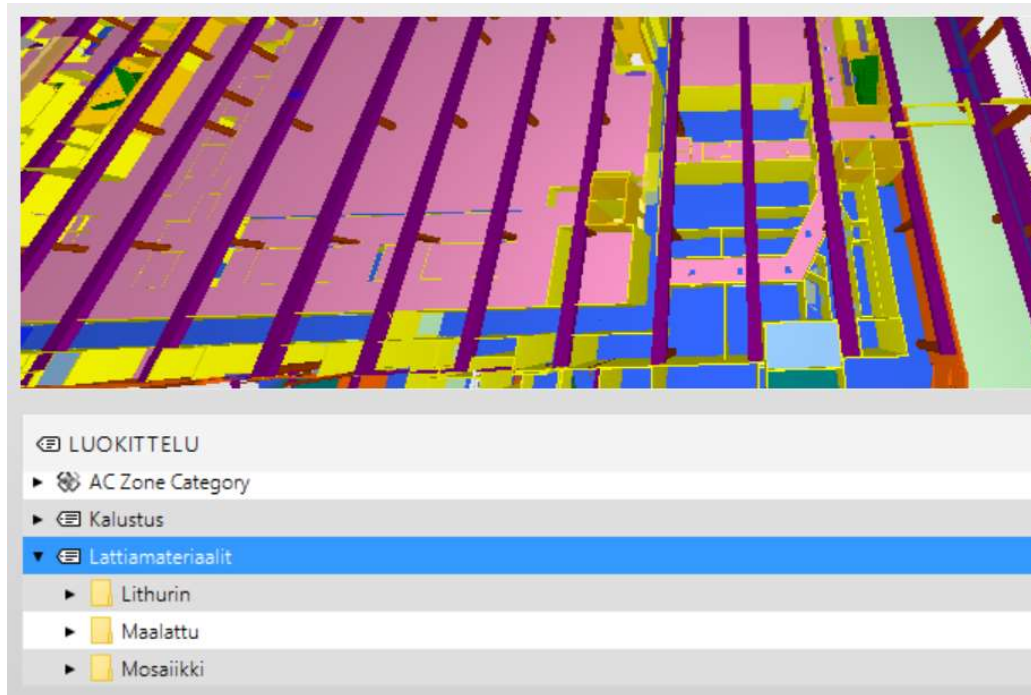
Laskentapäällikkö tekee määrälaskentareportit tarvittavista määristä rakennusosien osalta sekä hinnoittelee määrälaskentarivit. Tuloksena syntyy kustannuslaskelma, josta työmaan kustannusinsinöörit muodostavat litteratason tavoitteet jokaiselle työvaiheelle. Määrälaskenta on tietomallin avulla tehostunut niin paljon, että Triplan laskentapäällikkö Mikko Huohvanainen pohtii, miten asiaa voi enää tehostaa, jos se toimii nyt pelkästään yhden työntekijän voimin.<sup>9</sup>

## 5 Luokittelu tietomallilla

Solibrin luokitteluominaisuudella on mahdollista lisätä tietoja omaan käyttöön, joita tietomallissa ei ole tarjolla. Esimerkiksi rakennusosat voidaan luokitella Talo 2000 -mukaisesti, jos siitä on toimihenkilön työtehtävään hyötyä. Luokittelulla voidaan jakaa tilat, rakennusosat tai mikä tahansa tietomallin sisältämä tieto omiin kategorioihinsa, jotka näkyvät eri väreinä tietomallissa. Suoranaista konkreettista taloudellista etua ei luokittelulla saavuteta, mutta se helpottaa ja nopeuttaa työntekoa havainnollistamisen kautta.<sup>10</sup>

### 5.1 Mihin luokittelua voidaan käyttää?

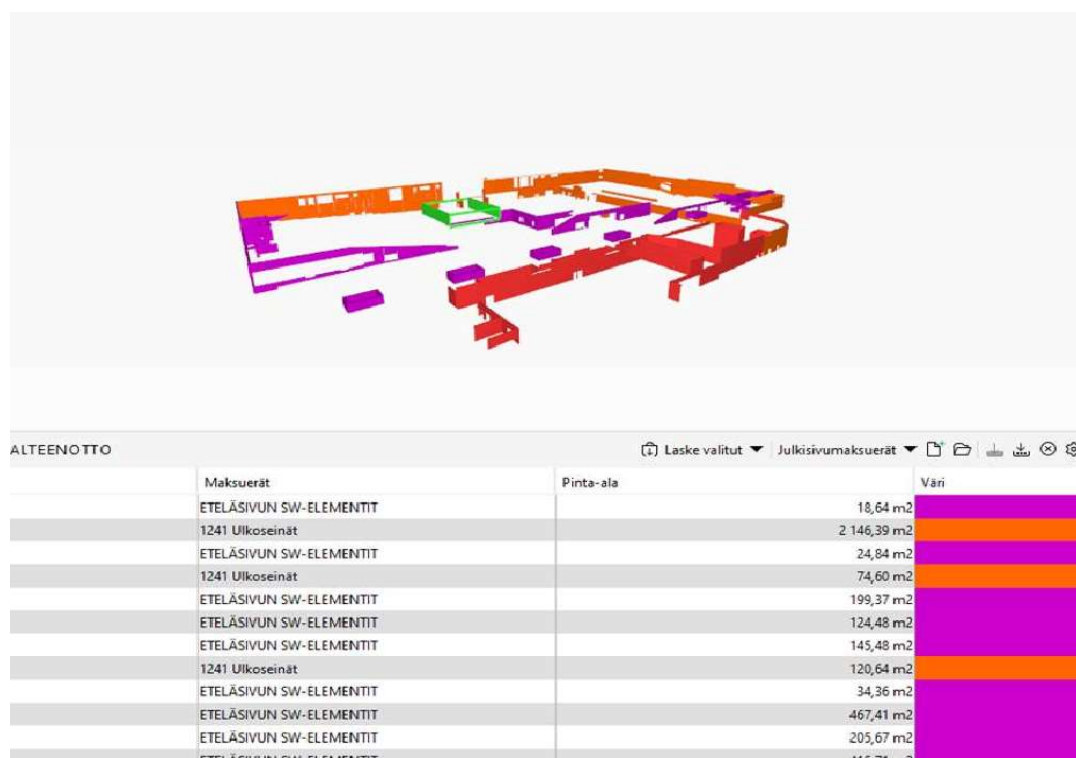
Luokittelulla voidaan jakaa mikä tahansa tietomallin sisältämä tieto omien luokittelusääntöjen perusteella. Tietomalli itsessään pitää sisällään erilaisia luokitteluja rakennusosien, tilaryhmien ja tilojen käyttötarkoituksen mukaan, mutta jos haluaa esimerkiksi jakaa rakennusosat valmistumisasteen mukaan, on luokittelu tehtävä itse. Omien luokittelusääntöjen pohjalta tapahtuvan luokittelun etuja ovat räätälöidyt informaatiot jokaisen omaan henkilökohtaiseen tarpeeseen. Esimerkkinä alla kuva kolme, jossa lattiapintamateriaalit on luokiteltu tyyppin mukaan. Kuva auttaa havainnollistamaan mihin tilaan tulee mitäkin lattiapintamateriaalia.<sup>10</sup>



Kuva 3. Lattiapinnat luokiteltuina omille väreille tyypin mukaan. <sup>11</sup>

## 5.2 Mitä hyötyjä luokittelusta on?

Luokittelulla saavutetaan selkeästi havainnollistava kokonaisuus, jossa luokkiin jaotellut informaatiot näkyvät tietomallin näkymässä eri väreillä. Tämä helpottaa esimerkiksi tilaajan ja pääurakoitsijan välisten maksuerien havainnollistamista, kuten kuvassa kolme esitetään. Luokittelu on siis tarkoitettu havainnollistamiseen ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi esityksissä, suunnittelunohjauksessa, kustannusten jakautumisen havainnollistamisessa tai vaikkapa maksuerien jakautumisessa kuten kuvassa neljä esitetään. Luokittelua voidaan hyödyntää myös työnjohtajan toimesta aliurakoitsijan suuntaan, jolloin esimerkiksi jo valmistuneet osat aliurakasta voidaan havainnollistaa suhteessa tekemättömiin osa-alueisiin.



Kuva 4. Osa maksueristä luokiteltu tilaajaa varten <sup>15</sup>

## 6 Kehityskohteet

Haastattelujen pohjalta ilmenneet kehityskohteet ovat liittyneet pääosin määrälaskentaan liittyvien tietojen parantamiseen, sekä niiden pohjalta tehtyjen raporttien jakamiseen ja sisältöön. Osa puuttuvista tiedoista olisi hyödyllisiä tuotannon puolella, mutta asiaa täytyy katsoa kokonaisuutena hyötyyn ja kustannuksiin nähden. Esimerkiksi kaikkien pintamateriaalien tiedot olisi mahdollista laittaa tietomalliin tarkemmin, mutta onko siitä niin suurta hyötyä tuotannolle, että siihen kannattaisi uhrata suuri määrä suunnittelijoiden aikaa. Asiasta täytyisi tehdä laskelmat menetetyn työajan ja saavutetun työajan säästämisen välillä. Suoranaisesti kustannuksiin kyseinen lisätieto ei vaikuttaisi, koska tieto on saatavilla muualtakin kuin tietomallista, mutta paljon hitaammin.

### 6.1 Mitä tietoja tarvitaan?

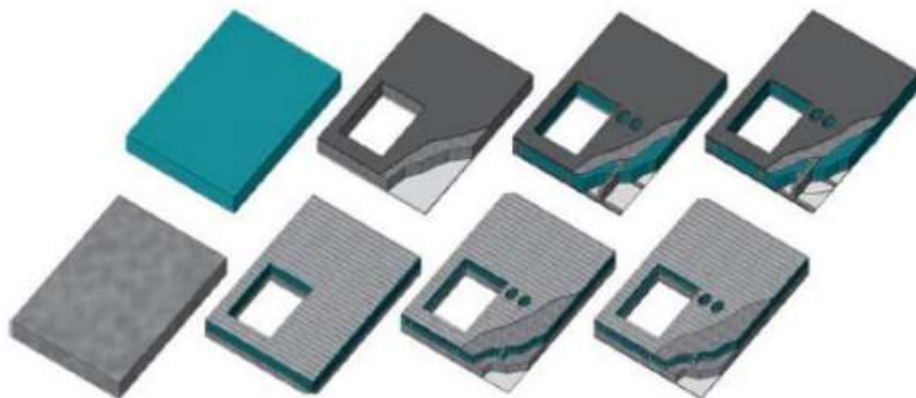
Informaation määrän lisääminen tietomalliin on aina hyödyksi määrälaskentaa varten. Lisättäviä tietoja olisi lähes äärettömyyteen asti, mutta monesta aikaisemmin tutkimuksessa todetusta syystä ei niitä kannata tietomalliin sisällyttää. Haastateltavien toivomuksista suurin osa on toteutettavissa ja niitä on jopa toteutettu jo muissa projekteissa. Osa puuttuvista tiedoista on tullut tai on tulossa tietomalliin, mutta liian myöhään esimerkiksi hankintaa ajatellen. Jos esimerkiksi pintamateriaalit lisätään tietomalliin vasta juuri ennen toteutusta, on niihin jouduttu valitsemaan aliurakoitsijat ilman tietomallin tuomaa hyötyä.

#### 6.1.1 Pintamateriaalit

Pintamateriaaleja löytyy tietomallista rajallinen määrä. Kaikkia pintamateriaaleja ei voida suunnitella varhaisessa vaiheessa, koska tilat ovat yksilöityjä vuokralaisen toiveiden mukaan. Yleisten tilojen tilatiedoista löytyy osa pintamateriaaleista, kuten alakatot tai lattia-pintamateriaalit, mutta ei esimerkiksi maalaustyyppejä tai yksittäisiä laatoituksia.<sup>14</sup>

### 6.1.2 Statustieto

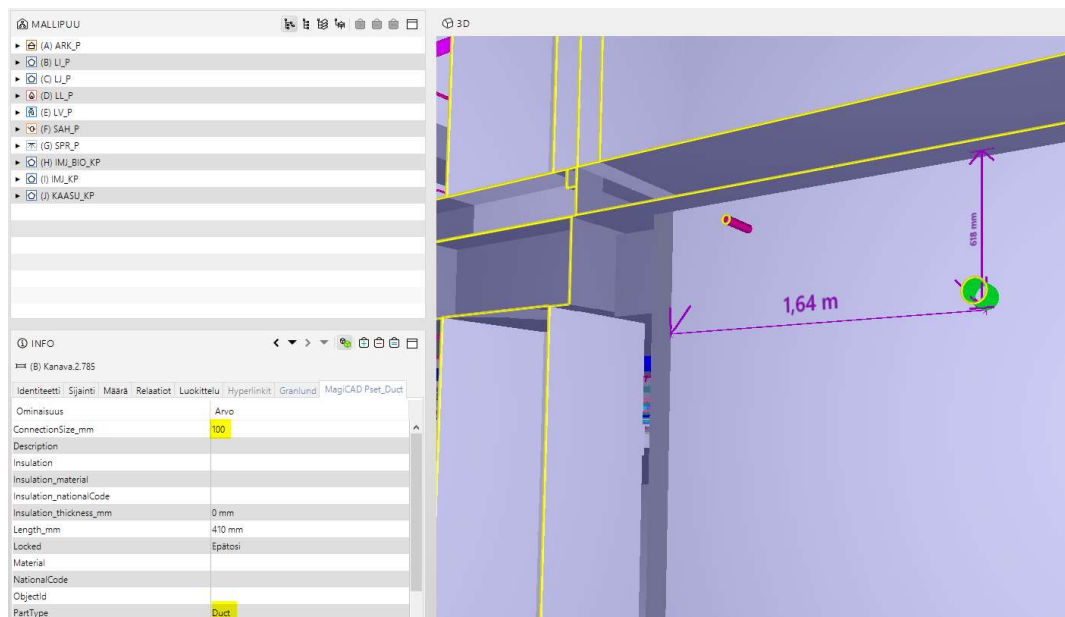
Suunnitteluasteeseen liittyen rakennusosien statustieto olisi erittäin hyödyllinen informaatio. Tämä tuli sekä laskentapäälliköltä että tietomalliasiantuntijalta ilmi. Statustiedon idea olisi se, että rakennusosan tai tilakohteen tietoja katsomalla pystyttäisiin todentamaan, millä tasolla suunniteltu kokonaisuus on valmis [kuva 5.]. Kyseessä on niin kutsuttu LOD [*Level of development*] periaate, jonka on kehittänyt AIA [*American Institute of Architects*]. Ensimmäisenä asteena olisi suunnitelmien valmius määrälaskentaa varten. Seuraavana asteena suunnitelmat olisivat valmiita kustannuslaskentaa varten. Kustannuslaskennan jälkeen odotettaisiin valmiusastetta hankintaa varten ja viimeisenä asteena suunnitelmat olisivat valmiita toteutettavaksi. Kyseinen informaatio auttaisi näin ollen kaikkia muita tietomallia hyödyntäviä toimihenkilöitä, paitsi itse tietomallin toteuttajaa. Toki suunnittelijallekin olisi tiedosta hyötyä siinä mielessä, että hahmottaisi mikä alue vaatii vielä lisäsuunnittelua tai päätöksiä mahdollisesti ulkopuolisesta tahosta johtuen, kuten esimerkiksi tilaajan tai käyttäjän toiveista tai vaatimuksista. Statustieto on jo käytössä rakennushankkeen toisella osa-alueella rakennemallissa, joten sen lisääminen muihinkin tietomalleihin olisi teknisesti mahdollista. Kyse on suunnittelijoiden resursseista ja suunnitteluun käytettävästä ajasta. <sup>18</sup>



Kuva 5. Rakennusosan suunnitteluvaiheet <sup>18</sup>

### 6.1.3 Lämpivientitiedot

Tällä hetkellä läpivientitiedot LVIS:n osalta tehdään jokainen yksittellen yhdistelmätiemallia hyödyntämällä. Kuva 6 näyttää yksittäisen läpiviennin mittaamisen, sen halkaisijan ja tyypin. Jokaisesta yksittäisestä läpiviennistä tehdään pohjakuvaan merkintä, minkä lisäksi laskentataulukkoon lisätään tiedot läpiviennin koosta ja mitoista siten, että se voidaan mittamiehen toimesta merkata. Etukäteen merkatut läpivientipaikat säästävät kustannuksissa, koska niitä ei tarvitse tehdä jälkikäteen timanttioralla. Ongelmana käsin mittaamisessa on mitoitusvälineen huonon toimivuuden lisäksi siihen kuluva aika, jota kuluu huomattava määrä läpivientien suuren lukumäärän vuoksi. Lämpivientejä on tuhansia ja niiden kaikkien mittaamiseen kuluu satoja työtunteja. Mitoittamisen tällä hetkellä suorittaa työnjohtajat tai työnjohtoharjoittelijat ja siihen kuluva aika on aina jostain muusta työnteosta pois. Ideana läpivientitietojen automatisoinnissa olisi se, että tietomallista pystyisi tulostamaan raportin, jossa jokaiselle läpiviennille annettaisiin oma tunnistus, mittauspiste ja niiden mitat. Teknisesti tämäkin on mahdollista, mutta siihen kuluva suunnittelijan lisäaika saattaa olla kustannuksiltaan lähes sama kuin työnjohtajan siihen kuluttama aika.



Kuva 6. Yksittäisen läpiviennin mittaaminen <sup>16</sup>

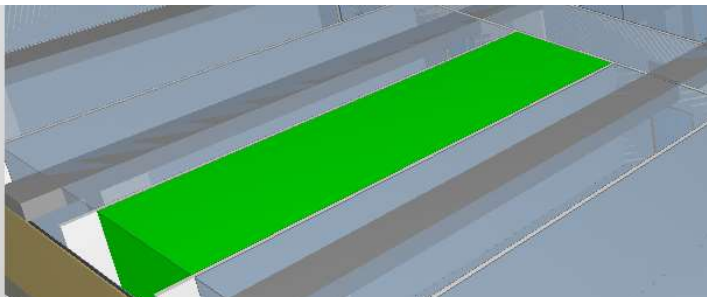
#### 6.1.4 Tietomallin jakaminen osalohkoihin

Suuressa rakennushankkeessa pohjapiirustus jaetaan osalohkoihin suuren pinta-alan vuoksi. Osalohkoja käytetään työmaan havainnollistamisen lisäksi työnjohtajan aikataulukutsissa, työmaan aikataulujen tekemisessä ja joissain hankinnan vaiheissa, jossa materiaalit hankitaan eri aikajaksoilla. Tietomallin jakaminen osalohkoihin on mahdollista tehdä toimihenkilön toimesta itsekin, mutta sen tekeminen on työlästä, koska sen joutuu tekemään uudestaan aina uuden revision ilmestyessä. Suunnittelijan toimesta tehty jako samalla tavalla kuin kerroskohtainen jako olisi kohtuullisen helposti toteutettavissa. Tällä hetkellä määrät pystytään laskemaan osalohkoittain valintatyökalulla, mutta rajausta ei voi tehdä tarkasti, koska osalohkon rajoilla olevat rakennusosat ovat lähes poikkeuksetta molempien lohkojen puolella. Kyseinen jako helpottaisi ja nopeuttaisi määrälaskentaa eri osalohkoilla, mutta suoranaista taloudellista etua ei tällä saavuteta, muun kuin saavutetun työajan säästämisen merkeissä.

#### 6.1.5 Rakennusosien mallintaminen pienemmän tilan mukaan

Rakennusosien mallintaminen pienempien tilojen mukaan hyödyttäisi eniten työsaavutusten ja esimerkiksi maalausmäärien laskemisessa. Kokonaismäärät yksittäisestä tilasta saadaan tilatiedoista, kuten kuvassa seitsemän näkyy, mutta ei yksittäisiä tilan määrätietoja. Yksittäisten seinien määrätietoja tarvitaan, jos tilassa on esimerkiksi enemmän kuin yhtä seinätyyppiä. Syy tähän on se, että esimerkiksi maalausten yksikköhinnat perustuvat yksikköhintoihin seinätyypin mukaan. Yhdessä tilassa voi olla useita eri seinätyyppejä, jolloin kustannusten tarkkaa laskentaa ei voi mallilla suoraan tehdä. Työsaavutusten laskenta vaikeutuu myös, koska esimerkiksi kaikkia yhden tilan seiniä ei tehdä välttämättä samalla kerralla, jolloin yksittäiset seinät pitää laskea teoreettisilla mitoilla käsin.<sup>14</sup>

Tilarajat	Tilarajojen alat	Luokittelu	Hyperlinkit
Ominaisuus	Arvo		
Laskettu piirin nettoala	89,59 m <sup>2</sup>		
Seinien pinta-ala	44,79 m <sup>2</sup>		
Ikkunoiden pinta-ala	0,00 m <sup>2</sup>		
Ovien pinta-ala	3,88 m <sup>2</sup>		
Pilareiden pinta-ala	0,00 m <sup>2</sup>		
Paikkien pinta-ala	0,00 m <sup>2</sup>		
Lattian pinta-ala	40,76 m <sup>2</sup>		
Katon pinta-ala	39,80 m <sup>2</sup>		



Kuva 7. Tilarajojen pinta-alat tilatietomallista yksittäisestä tilasta <sup>11</sup>



### 6.1.6 Muut lisätiedot

Tietomalliin olisi hyvä lisätä porraselementtien askelmäärä sekä niiden kaiteet. Teknisesti tämä olisi mahdollista. Arkkitehdin tekemää suunnittelua auttaisi lähtötietojen parantaminen varhaisemmassa vaiheessa. Myöhemmässä vaiheessa tehtävien suunnittelu- ja muutosten suunnittelukokouksissa olisi parempi, jos kaikki asiaan vaikuttavat päättäjät olisivat kokouksessa mukana. Näin saataisiin suoraan tietoa, onko esisuunnitteluvaiheessa oleva kohde esimerkiksi mahdollinen toteuttaa kustannusten osalta.<sup>14</sup>

## 6.2 Miten tietoa käsitellään

Luokittelujen käyttöä tulisi kehittää, koska ne ovat tällä hetkellä liian vähän käytettyjä. Luokittelun avulla pystyttäisiin tehostamaan niin määrälaskentaa kuin myös kustannuslaskentaa. Valmiiden luokittelujen tekeminen ja niiden jakaminen tietopankin kautta muiden niitä tarvitsevien käyttöön olisi hyödyllistä, jos toimihenkilöt oppisivat niitä enemmän hyödyntämään.

Tietomallista otettujen raporttien sisältämän tiedon vakioiminen on hankalaa ja tarpeellonta, koska erilaisia tietoja tarvitaan aina hankintakohteesta riippuen. Raporttien ulkoasu olisi hyvä vakioida niiden luettavuuden helpottamiseksi. Yleisimmät raportissa tarvittavat määrätiedot ovat neliö- ja juoksumetrit, sekä joissain tilanteissa kappalemäärä kuten esimerkiksi väliovissa.<sup>13</sup>

Kehitysideana olisi kohteen kustannusinsinöörin toiveesta tehdä Excel-pohja, joka mahdollistaisi kustannusennusteiden tekemisen suoraan tietomallin avulla. Aikaisemmin kustannusennusteet tehtiin raportoimalla määrätiedot tietomallista Exceliin, joka manuaalisesti muutettiin toiseen muotoon Excelillä. Tavoitteena on saada yksinkertainen ja nopea tapa tuottaa kustannusennusteita ilman ylimääräisiä työvaiheita.

### 6.3 Informaation jakaminen

Kustannus-, aikataulu- ja hankintainsinöörit tarvitsevat määrätietoja työssään päivittäin. Työnjohtajat tarvitsevat määrätietoja tehtäväsuunnitelmiin ja aliurakoitsijat materiaalilauksiin. Toimihenkilöt voi pyytää laskentapäälliköltä tai muilta tietomallia käyttäviltä työntekijöiltä määrätietoja, joita he tarvitsevat. Usein kuitenkin on niin, että laskentapäällikkö on jo tehnyt kyseiset laskelmat aikaisemmin, mutta ne eivät ole niitä tarvitsevien henkilöiden tiedossa tai saavutettavissa. Tämä johtaa saman asian laskemiseen moneneen kertaan, joka tekee sekä työajasta että työn sujuvuudesta tehottomampaa. Tämä näkyy myös työhön kuluviissa kustannuksissa menetetyn työajan muodossa. Jos kaikki määrälaskelmat löytyisivät samasta paikasta, yhtenäisessä muodossa ja helposti löydettävissä, tehostaisi se lukuisien toimihenkilöiden toimintaa. Toisaalta toimitilapuolella ja etenkin tutkimuskohteena olevassa kohteessa jotkin määrätiedot muuttuvat lyhyessä ajassa merkittävästi vuokralaisten toiveiden vuoksi, jolloin täytyy olla skeptinen vanhempien laskelmien paikkaansa pitävyyttä kohtaan.<sup>13</sup>

## 7 Kehitysehdotuksia

### 7.1 Miten tietomallilla tehtyä määrälaskentaa voidaan tehostaa edesauttaakseen kustannushallinnan prosessia?

Tietomallilla tehtyä määrälaskentaa voidaan tehostaa lisäämällä informaatiota tietomalliin. Tietojen lisääminen tietomalliin on teknisesti mahdollista, mutta suurimpana esteenä on tarve pitää tiedostokoko mahdollisimman pienenä. Haastattelujen perusteella ilmenneitä puutteita informaatioissa olisi suuressa hankkeessa nykyisellä teknologialla lähes mahdoton lisätä tietomalliin siten, ettei sen käytettävyys kärsi. Esimerkiksi maalauskäsittelyjen tai muiden pintamateriaalien lisääminen omana objektina. Osa tiedoista tai muutoksista olisi täysin mahdollisia, jos niistä sovittaisiin jo hankkeen alussa, esimerkiksi tietomallin jakaminen osalohkoihin.<sup>14</sup>

### 7.2 Mitä tietoja tietomalliin pitää lisätä auttaakseen määrälaskentaa?

#### 7.2.1 Pintamateriaalit

Pintamateriaalien lisääminen olisi mahdollista, mutta veisi liikaa tilaa tiedostosta. Keinolla pintamateriaalit saataisiin tietomalliin, olisi niiden sisällyttäminen tilatietoon. Tilatiedossa informaatio olisi vain lukuna, eikä objektina, jolloin se vie huomattavasti vähemmän tilaa. Tiedon ei tarvitsisi olla määrälaskentaa varten objektina, vaan sen laajuustieto olisi riittävä. 3D-tilaobjektit, jotka sisältävät tilan yksityiskohtaisempia tietoja, ovat tällä hetkellä liian vähän käytettyjä. Ne olisivat helppo keino sisällyttää enemmän informaatiota tietomalliin, ilman että tiedostokoko kasvaisi huomattavasti. Pintamateriaalin lisäämisen ongelmana on se, ettei kyseisessä hankkeessa tiedetä mitä mihinkin tilaan tulee, ennen kuin ne ovat vuokrattuja. Vuokralaisilta tulee joko omat suunnitelmat, joiden pohjalta pintamateriaalit toteutetaan tai vaihtoehtoisesti ne tehdään suunnittelijan vakiomateriaaleilla, joka on vuokralaiselle kustannustehokkaampi vaihtoehto.<sup>14</sup>

### 7.2.2 Statustieto

Statustiedon lisääminen tietomalliin olisi mahdollista, mutta osassa tulisi vastaan konsulttien juridinen vastuu. Arkkitehti ei voi kertoa, onko jokin kohde valmis rakennettavaksi, mutta voi kertoa, että onko sen suunnittelu valmis. Tieto esimerkiksi siitä, onko suunniteltu kokonaisuus valmis laskettavaksi, olisi mahdollista kuten myös tieto hankintaa varten.<sup>14</sup> Ehdotuksena olisi ottaa käyttöön kohdassa 6.1.2 selitetty LOD-periaate.

### 7.2.3 Läpivientitiedot

Läpivientitietojen lisääminen tietomalliin valmiiksi ei ole automaattisesti toteutettuna mahdollista käytettävillä ohjelmistoilla. Suunnittelija pystyisi yksittäiset tiedot jokaiselle läpiviennille lisäämään läpiviennin tietoihin, mutta kaikki pitäisi tehdä yksitellen käsin, aivan kuten ennenkin. Se, kenen mitoittamisen tulisi tehdä, on sopimustekninen kysymys. Nykyinen menetelmä läpivientitietojen mittaamiselle on kaikista kustannustehokain ratkaisu.<sup>14</sup> Muilla ohjelmistoilla olisi mahdollista yhdistää tietomalli takymetrin kanssa, esimerkiksi Trimblen mittalaitteet tukevat tietomallia. Tietomalli yhdistyy suoraan mittalaitteeseen, jolloin kaikki tietomallin sisältämät tiedot voidaan mitata saumattomasti työmaalla. Tämä mahdollistaisi läpivientien mittaamisen työmaalla, mutta kyseisiä välineitä ei tutkimuskohteen työmaalla ole käytettävissä.<sup>17</sup>

## 7.3 Miten olemassa olevaa tietoa pitää muuttaa, jotta se olisi paremmin hyödynnettävissä?

### 7.3.1 Tietomallin jakaminen osalohkoihin

Tietomallin jakaminen osalohkojen mukaan olisi täysin mahdollista, mikäli siitä sovittaisiin kaikkien suunnittelijoiden kesken jo hankkeen alkuvaiheessa. Jälkikäteen tietomallin jakaminen osalohkoihin olisi mahdollista, mutta se veisi usealta suunnittelijalta runsaasti työaikaa. Enimmäkseen aikaa kuluisi osalohkojen reunoilla olevien elementtien mallintamiseen uusiksi, koska tällä hetkellä ne menisivät osalohkorajojen molemmilla puolilla. Hyöty suuressa hankkeessa osalohkoon jakamisessa olisi työsaavutusten, kustannus- ja määrälaskennan osalla. Osalohkoihin jaetut mallit voitaisiin laittaa erillisenä tietopankkiin, jolloin jokaiseen pystyttäisiin sisällyttämään enemmän tarkkoja informaatioita

määrä- ja kustannuslaskentaa varten. Syy tiedon määrän lisäämiseen olisi tiedostokoko, koska kokonaisuus olisi pienempi, jolloin tilaa jäisi tarkemmille tiedoille.<sup>14</sup>

### 7.3.2 Rakennusosien mallintaminen pienemmän tilan mukaan

Rakennusosien mallintaminen olisi ohjelmistolla täysin toteutettavissa, mutta siihen kuulisi liikaa työaikaa. Työajan lisääntymiseen vaikuttaa saman elementin tekeminen moneen kertaan, sekä jos kyseistä objektia jouduttaisiin myöhemmässä vaiheessa siirtämään, kasvaisi työmäärä useamman siirrettävän objektin vuoksi.<sup>14</sup>

### 7.3.3 Muut lisätiedot

Porraselementtien jakaminen kaiteisiin ja itse porraselementtiin olisi osittain mahdollista. Porrasobjektin tyypistä riippuen esteenä on joko tietojen puuttumine tai ohjelmistoeste. Ohjelmistot eivät osaa kaikkia tietoja muuttaa täydellisenä ohjelmistoista toiseen. Suunniteltavan kokonaisuuden palavereihin pitäisi osallistua kaikki päätökseen vaikuttavat henkilöt. Tämä nopeuttaisi päätöstä, suunnittelua ja itse rakentamista säästäten kustannuksia turhan ajanhukan poistamisen merkeissä.<sup>14</sup>

## 7.4 Miten määrälaskentaraporteista saadaan yhtenäiset yrityksen sisällä, jotta niiden tulkitseminen olisi vaivattomampaa?

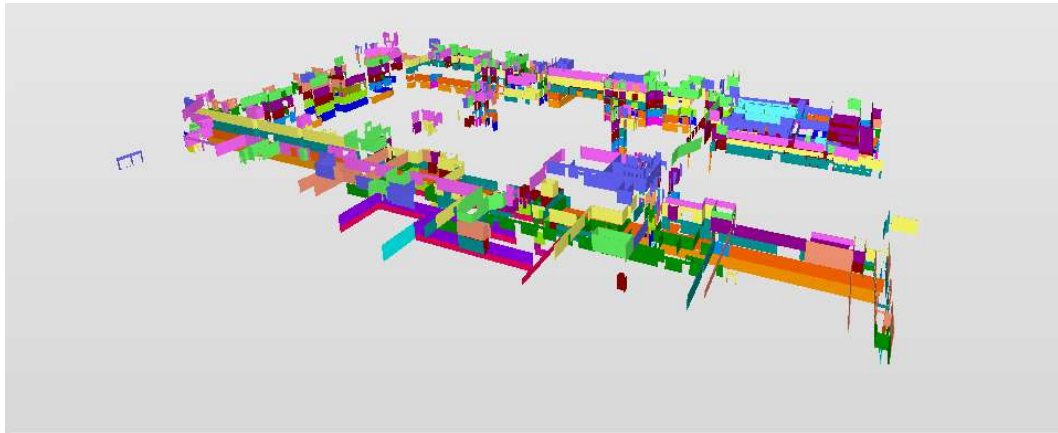
Tietojen käsittelyä voidaan tehostaa tekemällä valmiita luokitteluja, jotka lisätään tietopankkiin kaikkien käytettäväksi. Kehitetään valmis Excel-pohja, jolla tietomallista voidaan suoraan raportoida jokin kokonaisuus, esimerkiksi kevyet väliseinät, samaan Exceliin taloudellisen tehtäväsuunnitelman kanssa. Yhdistetään taloudellisen tehtäväsuunnitelman ja Solibrin tuottama Excel, jolloin ei jää epäselvyyksiä mistä tietomallirevisiosta laskelmat on laskettu. Tietojen muokkaaminen on nopeampaa ja tehokkaampaa, kun kaikki tarvittava tieto löytyy samasta Excel-taulukosta.

### 7.5 Miten olemassa olevat määrälaskelmat saadaan paremmin niitä tarvitsevien henkilöiden saataville?

Tietojen jakamista voidaan tehostaa kokoamalla ne samaan paikkaan. Kaikki tehdyt määrälaskentatiedot tulee tallentaa tietopankkiin lohko kohtaisesti. Määrätietoja tarvitseva käy ensiksi katsomassa löytyykö laskelmia jo valmiiksi ennen kuin kysyy määrälaskijaa niitä laskemaan. Tallennetut raportit pitää nimetä siten, että nimestä selviää mitä määriä raportti sisältää ja mistä revisiosta ne on laskettu. Esimerkiksi Kevyet väliseinät Rev 1741. Laskentaraaporttiin tulee aina sisällyttää netto- ja bruttoneliöt sekä juoksumetrit kerroksittain. Joissain tulkinnanvaraisissa kohteissa kuten esimerkiksi väliseinäövissa tulee olla myös kappalemäärät. Ne kohteet, joihin kappalemäärät lisätään, on määrälaskijan oman harkinnan varassa.

### 7.6 Laskentataulukko

Laskentataulukon idea on yhdistää taloudellinen tehtäväsuunnitelma ja tietomalli keskenään. Tutkimuksen tuloksena luotu pohja tallennetaan tietokoneelle esimerkiksi tietopankin kautta. Raportti tehdään Solibrin informaation talteenoton kautta. Määrälaskija tai kustannusinsinööri valitsee tietomallista rakennetyypit, joista haluaa tehdä taloudellisen tehtäväsuunnitelman. Informaatiosarakkeisiin valitaan kerros, rakennetyyppi, pinta-ala, bruttopinta-ala ja pituus, kuten kuvassa kahdeksan näkyy. Tämän jälkeen valitaan raportoi painikkeen alta pohjaksi aikaisemmin tallennettu pohja ja raportti on valmis käsiteltäväksi. Samasta raportista löytyy määrälaskentatiedot ja tiedot laskettavasta tietomallista [kuva 10]. Seuraaville välilehdille tiedot voidaan jakaa kerroksittain, joista ne kootaan yhteen yhteenvetovälilehdelle [kuva 9]. Yhteenvetoon kirjataan rakennetyyppien yksikköhinnat ja taloudellinen tehtäväsuunnitelma on valmis.



INFORMAATION TALTEENOTTO

Kerros	Tyyppi	Bruttopinta-ala	Pinta-ala (netto)	Pituus	Väri
(A) P6, -4,500	VSS09 85	171,33 m <sup>2</sup>	118,52 m <sup>2</sup>	47,81 m	Yellow
(A) P6, -4,500	VSS09_1 130	153,34 m <sup>2</sup>	135,36 m <sup>2</sup>	36,20 m	Cyan
(A) P5, -1,300	VSS02 130	418,60 m <sup>2</sup>	345,70 m <sup>2</sup>	132,97 m	Magenta
(A) P5, -1,300	VSS09 85	1 123,16 m <sup>2</sup>	985,32 m <sup>2</sup>	363,24 m	Blue
(A) P5, -1,300	VSS09_1 130	1 833,26 m <sup>2</sup>	1 546,81 m <sup>2</sup>	601,58 m	Orange
(A) P5, -1,300	VSS09_2 130	357,55 m <sup>2</sup>	353,66 m <sup>2</sup>	202,26 m	Red
(A) P4, +2,100	VSS02 130	869,97 m <sup>2</sup>	720,28 m <sup>2</sup>	275,64 m	Light Blue
(A) P4, +2,100	VSS09 85	1 089,51 m <sup>2</sup>	975,49 m <sup>2</sup>	345,94 m	Light Green
(A) P4, +2,100	VSS09_1 130	1 650,55 m <sup>2</sup>	1 423,21 m <sup>2</sup>	524,65 m	Orange
(A) P4, +2,100	VSS09_2 130	362,03 m <sup>2</sup>	362,01 m <sup>2</sup>	124,57 m	Purple
(A) P3, +5,500	VSS02 130	2 487,64 m <sup>2</sup>	2 193,57 m <sup>2</sup>	752,80 m	Brown
(A) P3, +5,500	VSS02_1 130	186,37 m <sup>2</sup>	150,52 m <sup>2</sup>	59,16 m	Dark Green

Kuva 8. Valitut rakennetyypit ja sarakkeet informaation talteenotossa <sup>15</sup>

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	<b>KUSTANNUSENNUSTE</b>									
3										
4	Ennuste: punaisella arvio, mustalla tietomallista raportoitu			LITTERAT:						
5	laskutettu			TAVOITTEET:						
6										
7	<b>YHTEENVETO KERROKSET x-xx</b>									
8										
9	Nimike (perushinnat)	€/yks	yks	TeSu määrä	TeSu kustansi	Yhteensä € ennusti	Yhteensä € toteum	Yhteensä määrä ennusti	Yhteensä määrä toteum	
10	VSS02 130		55	m <sup>2</sup>	6636,97	365033,4	0	0	0	0
11	VSS02_1 130		58	m <sup>2</sup>	447,83	25974,14	0	0	0	0
12	VSS09 85		40	m <sup>2</sup>	7215,15	288606	0	0	0	0
13	VSS09_1 130		45	m <sup>2</sup>	8069,72	363137,4	0	0	0	0
14	VSS09_2 130		50	m <sup>2</sup>	715,68	35784	0	0	0	0
15	VSS09_3 150		60	m <sup>2</sup>	32,87	1972,2	0	0	0	0
79	<b>YHTEENSÄ (URAKKA)</b>				23118,2	1080507	- €	- €		
80	<b>+ LISÄ- JA MUUTOSTYÖT</b>						- €	- €		
81	<b>YHTEENSÄ</b>						- €	- €		
82				Ristiintarkistus						
83				Erotus			- €	- €		
84										
85	<b>TAVOITE</b>						0,00			
86										
87	<b>ERO TAVOITTEESEEN</b>						-	-		
88										
89										
90										

Kuva 9. Taloudellisen tehtäväsuunnitelman yhteenveto

	A	B	C	D	E	F
1	<b>SOLIBRI</b> A KÄYTTÖSSÄ OLYVÄ KOMPANI		<b>Määrälaskenta</b>			
2						
3	Mallin nimi	ARK_P Versio: 9.8				
4	Tarkastaja	sampo.salomaki@yit.fi				
5	Organisaatio	YIT Information Services Oy				
6	Aika	20.2.2018				
7	ARK_P	Pvm: 2018-02-08 16:04:40 Sovellus: ArchiCAD-64 IFC: IFC2X3				
8						
9	*Tietomallitoimituksen tar					
10						
11	<b>Kerros</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pinta-ala (netto)</b>	<b>Bruttopinta-ala</b>	<b>Pituus</b>	<b>Väri</b>
12	(A) P6, -4,500	V5509 85	118,52	171,33	47,81	
13	(A) P6, -4,500	V5509_1 130	135,36	153,34	36,2	
14	(A) P5, -1,300	V5502 130	345,7	418,6	132,97	
15	(A) P5, -1,300	V5509 85	985,32	1123,16	363,24	
16	(A) P5, -1,300	V5509_1 130	1546,81	1833,26	601,58	
17	(A) P5, -1,300	V5509_2 130	353,66	357,55	202,26	
18	(A) P4, +2,100	V5502 130	720,28	869,97	275,64	
19	(A) P4, +2,100	V5509 85	975,49	1089,51	345,94	
20	(A) P4, +2,100	V5509_1 130	1423,21	1650,55	524,65	
21	(A) P4, +2,100	V5509_2 130	362,01	362,03	124,57	
22	(A) P3, +5,500	V5502 130	2193,57	2487,64	752,8	
23	(A) P3, +5,500	V5502_1 130	150,52	186,37	59,16	
24	(A) P3, +5,500	V5509 85	1667,5	2049,71	606,19	
25	(A) P3, +5,500	V5509_1 130	1760,65	2181,03	676,72	
26	(A) P3, +5,500	V5509_3 150	32,87	34,47	50,12	
27	(A) P2, +8,900	V5502 130	1539,72	1655,46	591,1	
28	(A) P2, +8,900	V5509 85	1670,92	1921,24	593,2	
29	(A) P2, +8,900	V5509_1 130	1627,76	1916,96	603,05	
30	(A) P1, +12,500	V5502 130	1834,54	1954,64	590,27	
31	(A) P1, +12,500	V5502_1 130	297,31	341,96	107,87	
32	(A) P1, +12,500	V5509 85	1797,4	2056,02	614,82	
33	(A) P1, +12,500	V5509_1 130	1575,94	1918,48	585,93	
34	(A) K1, +16,310	V5502 130	3,16	3,16	1,13	
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						

Kuva 10. Taloudellisen tehtäväsuunnitelman raporttisivu



## 8 Pohdintaa

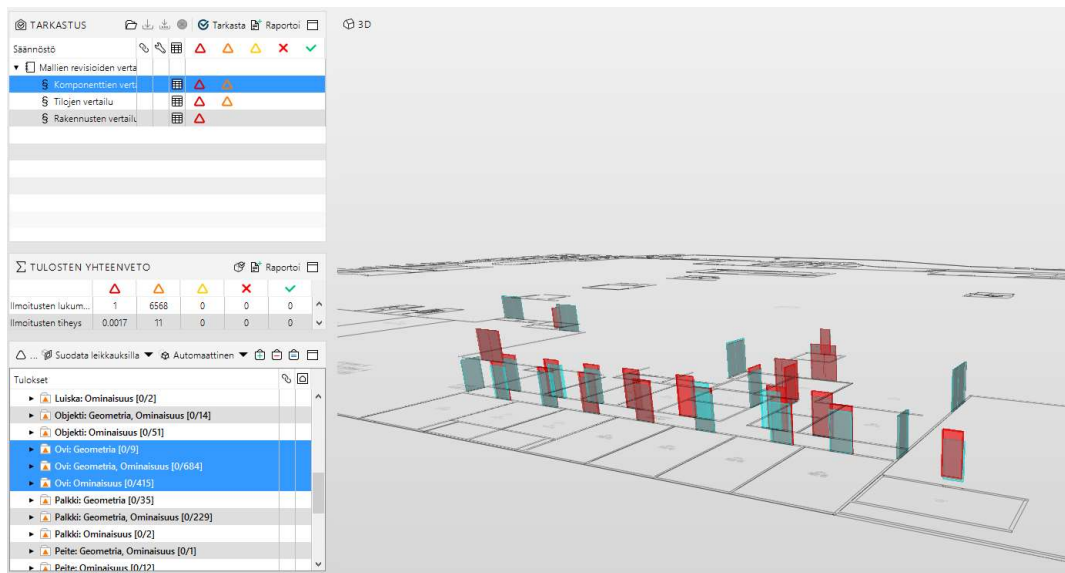
Tutkimuksen tavoitteisiin ei pystynyt vastaamaan niin tehokkaasti kuin mitä tavoiteltiin, koska lisättävien informaatioiden esteenä ei ollut vain suunnittelijoiden ja tietomallia käyttävien informaatiotoiveiden yhdistäminen. Toiveiden lisäämisen esteenä on suurimmaksi osaksi tietomallin tiedostokoko, joka tuntuu nykypäivänä absurdilta ajatukselta. Toimintaa voisi kehittää huomattavasti tarkempien informaatioiden lisäämisellä, joka on ohjelmiston osalta muutoin mahdollista. Ongelmana on tietokoneiden tehokkuus, on olemassa tietokoneita, jotka mahdollistaisivat suurempien tiedostojen käyttämisen, mutta ne eivät ole käytettävissä työelämässä ainakaan vielä. Tietomallinnus on kehittynyt viimeisen viiden vuoden aikana huomattavasti sekä sen sisältämän tiedon, että sen hyödynnettävyyden osalta. Siitä murrosvaiheesta, että tietomalli otetaan käyttöön osaksi jorkapäiväistä rakentamista, ollaan päästy jo yli, mutta kehittämistä on vielä paljon. Tulevaisuudessa tietokoneiden tehokkuuden kasvaessa saadaan tietomallista enemmän hyötyä irti niin työmaakäytössä, kuin suunnittelijoidenkin osalta. Tähän on vielä matkaa, mutta siihen suuntaan ollaan menossa.

### 8.1 Työvoiman ikäryhmien vaikutus

Tulevaisuudessa tietomalli tulee poistamaan perinteiset 2D-piirustukset jolloin se on ainoa suunnitelmien lähde. Se, tapahtuuko tämä 10 vuoden vai 50 vuoden päästä, jää nähtäväksi. Oletettavasti noin 40 vuoden kuluttua työelämästä on poistunut kokonaan ikäpolvet, joille tietokoneiden ja muun teknologian käyttö ei ole ollut osa heidän koko elämää. Tälläkään hetkellä työmaan nuorimmat työntekijät eivät vielä ole ensimmäisiä sukupolvia, joille teknologia ollut suuressa osassa lapsuudesta saakka, mutta se sukupolvi on jo syntynyt. Kun tämä sukupolvi valtaa kokonaisuudessaan koko organisaation, on silloin työskentely niin työmaalla, kuin toimistossa luultavasti erilaista käytettävien menetelmien osalta. Vanhat ikäluokat hidastavat tietomallin käytön yleistymistä, vaikkakin suurin osa haluaa oppia sitä käyttämään. Kehitys on hieno asia, siksi ihmiset ovat ravintoketjun huipulla.

## 8.2 Jatkotutkimus tietomallin hyödyntämisestä lisä- ja muutostöissä

Tutkimuksen aikana nousi esille ajatus lisä- ja muutostöiden vertailusta ja niiden kustannuslaskennasta tietomallin avulla. Tietomallin avulla voidaan vertailla uusinta revisiota vanhempien revisioiden kesken, jolloin malli itse laskee muuttuneet määrät ja jopa havainnollistaa ne samassa mallissa uuden ja vanhan version kesken. Tietomallia voisi käyttää apuna sekä muutostyötä tarjoava aliurakoitsija, että pääurakoitsija. Muuttuneet määrät kokonaisuudessaan tulee esille helposti ja vanhemman revision valinnalla voidaan vaikuttaa siihen, että lasketaan vain muuttuneet tekemättömät osa-alueet. Esimerkkinä kuva 11, jossa on yhdeltä alueelta tarkastelussa geometrialtaan tai ominaisuuksiltaan muuttuneita väliovia. Vertailtavina tietomalleina on saman tietomallin uusin ja muutaman kuukauden vanha revisio. Kuvassa näkyvät punaisella uudet ja sinisellä vanhat ovet. Muuttuneet määrät tai tyytit on mahdollista raportoida tietomallista laskentataulukoon.



Kuva 11. Yhden alueen muuttuneet ovet vertailussa. Sinisellä vanhat ja punaisella uudet ovet. <sup>15</sup>

## 9 Yhteenveto

Tietomallin käyttö on tullut muutamassa vuodessa osaksi usean toimihenkilön arkipäiväiseksi asiaksi. Tietomallin tulee vielä kehittyä, jotta siitä saataisiin ainoa suunnitelmien lähde. Tutkimus antaa vastauksia tietomallin käytön kehittämiseen kustannushallinnassa tulevaisuudessa, joiden avulla on mahdollista saavuttaa tehokkaampaa ajankäyttöä ja laajempaa informaatiota tietomallissa.

Työn tuloksena luotiin laskentataulukko, joka yhdistää tietomallin ja taloudellisen tehtäväsuunnitelman samaan laskentapohjaan. Sekä omakohtaisiin, että haastateltavien toivomiin lisäyksiin saatiin vastaukset niiden mahdollisuuksien mukaan. Kaikki toivomukset olisivat teknisesti toteutettavissa, mutta esteenä on enimmäkseen tiedostokoon kasvaminen. Osassa toivomuksista oli esteenä suunnittelijoiden ajanpuute. Pienemmässä kohteessa informaatiota voitaisiin lisätä enemmän, tai vaihtoehtoisesti isossa kohteessa lisää informaatiota voitaisiin sisällyttää tietomalliin enemmän jakamalla sen pienemmiksi kokonaisuuksiksi. Kaiken lisättävän tiedon lisääminen vie suunnittelijalta enemmän aikaa, jolloin kysymykseen tulee mistä pääurakoitsija haluaa suunnittelijoilleen maksaa.

Työssä tutkimusmenetelmänä haastattelu oli hyvä tapa saada tietomallia käyttäviltä henkilöiltä tietoa puutteista ja miten sitä pitäisi muuttaa. Arkkitehdin haastattelu antoi vastauksen lähes jokaiseen puutteeseen. Haastattelu yhdisti henkilöitä, jotka eivät välttämättä työn yhteydessä kohtaavat. Näin saatiin ajatuksia liikkeelle suuntaan ja toiseen, sekä vastauksia tietomallia käyttävien henkilöiden toiveisiin.

Tutkimustyön tuloksena tuotettu laskentataulukko otetaan kustannusinsinööreille käyttöön taloudellisten tehtäväsuunnitelmien tekemisessä jo kyseisen hankkeen aikana. Tulevissa hankkeissa on mahdollista YIT:n osalta lisätä suunnitelmavaatimukseen tutkimuksessa esitettyjä kehitysehdotuksia suunnittelusopimukseen. Tietomallin jakamisesta osalohkoihin laajemman tietomäärän vuoksi olisi hyötyä kaikille ja sitä pohditaan yrityksen sisällä otettavaksi käyttöön tulevissa hankkeissa.

## Lähteet

1. <https://www.yitgroup.com/fi/sijoittajat/toimintaymparisto>  
YIT Rakennus Oy 24.10.2017
2. [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineis-tot/2016/130416\\_tietomallien-kaytto-tyomaalla\\_tkl-matti-tauriainen\\_lujatalo-oy.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineis-tot/2016/130416_tietomallien-kaytto-tyomaalla_tkl-matti-tauriainen_lujatalo-oy.pdf)  
Rakennusteollisuus 24.10.2017
3. <https://www.scribbr.fi/opinnaytetyon-rakenne/opinnaytetyon-johdanto/>  
Scribbr 24.10.2017
4. RT 10-11072, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 7. määrälaskenta
5. <https://www.yitgroup.com/fi/sijoittajat/yit-sijoituskohteena>  
YIT Rakennus Oy 21.11.2017
6. Tietomallinnus Triplassa – Sami Mikonheimo Gravicon Oy
7. <https://www.solibri.com/wp-content/uploads/2016/03/9.6-Aloittajan-opas.pdf>  
Solibri Oy 24.11.2017
8. Haastattelu- Janne Salin 03.01.2018
9. Haastattelu- Mikko Huohvanainen 04.01.2018
10. Tripla tietomalli - luokittelu osa 2.pdf, Janne Salin
11. ARK-KP-TILATIETO.IFC
12. ARK-K.IFC
13. Haastattelu- Jenna Huuhka 30.01.2018
14. Haastattelu- Richard Hogan 30.01.2018
15. ARK-P.IFC
16. Tripla\_P\_ARK\_TATE.IFC

17. <https://www.tekla.com/fi/ratkaisut/rakennusliikkeen/rakennusmittaus>  
Tekla Oyj 27.02.2018
18. Kensek, Karen M. *Building information modeling*. Routledge, 2014.  
Sivut 60-66. 27.02.2018

## Nimi ja toimenkuva: Janne Salin, tietomalliasiantuntija YIT Rakennus Oy Tutkimuskysymyksiä

1. Mihin käytät tietomallia?

Ohjeistusta muille henkilöille esimerkiksi määrälaskijoille, ei varsinaisesti omia työtehtäviä hankkeeseen liittyen.

2. Onko jotain tietoja joita mallista pitäisi löytyä?

Suunnittelustatus eri objekteille, onko esimerkiksi jokin tietty seinä luonnosvaiheessa vai jo lukkoon lyöty, asemalohkolla jo käytössä rakennemallissa. Ylläpitäminen vie paljon aikaa suunnittelijalta. Sekavuutta suunnitelmien valmiusasteessa.

3. Onko jotain, joka löytyy mutta ei käytettävissä muodossa?

Ei ole tullut vastaan.

4. Onko esimerkiksi pintamateriaalien tai maalien mallintamiselle teknisiä esteitä, vai onko kyse pelkästään ajankäytöstä?

Mahdollista mutta vie paljon aikaa suunnittelijalta ja tekee mallista raskaan.

5. Mihin tietomallia voi hyödyntää kustannushallinnassa määrälaskemisen lisäksi?

Visualisointi kustannustehokkaimman ratkaisun löytämiseen. Kustannusten havainnollistaminen.

6. Miten määrälaskentaa voisi parantaa edistääkseen kustannushallintaa?

Suunnittelijan ja kustannuslaskijan välinen interaktio. Suunnittelijalle tietoisuuteen millä tavoin kustannuslaskija laskee minkäkin määrän, jolloin se pystyisi tuomaan tarvittavat määrätietokentät esille.

7. Onko määrälaskennassa mielestäsi huomattavia eroja tietojen luotettavuudessa toimihenkilöiden osaamistasojen vuoksi?

Saman määrän voi saada monella eri tapaa, jolloin eroavaisuuksien mahdollisuus kasvaa.

8. Mitä mallista tuotujen raporttien nimeämiskäytännössä tulisi ottaa huomioon?

Yhtenäinen kaikille.

9. Mitä kaikkia tietoja raporttiin tulisi aina laittaa yhtenäisyyden vuoksi?

Pitäisi kehittää yhtenäinen käytäntö, jossa samat vakiotiedot ja tarvittaessa muita tietoja. Aina myös revisiomerkinä.

10. Muita kehitysehdotuksia?

Tietomallintaminen on nykyaikainen tapa suunnitella, eikä siitä tarvitse tehdä erillistä asiaa suunnittelun ohelle. Lisä- ja muutostöiden laskemiseen hyvä työkalu, revisiovertailu helppoa.

## Nimi ja toimenkuva: Mikko Huohvanainen, Laskentapäällikkö YIT Rakennus Oy Tutkimuskysymyksiä

1. Mihin käytät tietomallia?

Ensisijaisesti määrälaskentaan, myös asioiden visualisointiin.

2. Onko jotain tietoja joita mallista pitäisi löytyä?

Koodausten vajaavaisuus, mallista saadut määrät pitää tarkistaa vertailemalla paperiversioihin. Laskelmia joutuu täydentämään puuttuvien tietojen osalta.

3. Onko jotain, joka löytyy mutta ei käytettävissä muodossa?

Ei tule mieleen.

4. Olisiko pintamateriaalien tai maalien mallintamisesta suurta hyötyä työssäsi?

Olisi hyötyä mutta ei suuresti kyseisessä kohteessa, koska vuokratiloja on niin suuri osa.

5. Onko eri suunnittelualojen tietomallien päällekkäisyyksistä haittaa tai hyötyä?

Rakennusosien laskemisessa ei vaikutusta laskelmiin, koska määrät lasketaan bruttoneliöittäin.

6. Tarvitseeko työssäsi tehdä tilakohtaista tarkastelua tietomallista?

Lattiapinnat ja alakatot mallista tiloittain. Tilaluetteloista katsotaan tilatyypeittäin kokonaismäärät.

7. Mielipide tilaobjektin toimivuudesta mallissa?

Toimii karkealla tasolla suuruusluokkatarkastelussa ennen viimeisiä suunnitelmia.

8. Olisiko tietomallin jakamisesta osalohkoihin hyötyä lohko kohtaisessa tarkastelussa?

Hyötyä olisi enemmän tuotantopuolella, esimerkiksi aikataulu- tai kustannusinsinöörin toimesta.

9. Mihin tietomallia voi hyödyntää kustannushallinnassa määrälaskemisen lisäksi?

Auttaa havainnollistamisessa, kohteen tuntemuksessa ja auttaa huomioimaan asioita.

10. Miten määrälaskentaa voisi parantaa edistääkseen kustannushallintaa?

Tehostanut paljon määrälaskentaa sen nopeutumisen kautta. Erittäin tehokas jo tällä hetkellä.

11. Mitä mallista tuotujen raporttien nimeämiskäytännössä tulisi ottaa huomioon?

Tommi Kokkonen kasaa mallista tuodut tiedot ja jakaa eteenpäin.

12. Muita kehitysehdotuksia?

Kaarevien elementtien mittojen tuominen oikein, pilarien pinta-alamittoihin selkeyttä. Portaista nousujen määrä, leveys sekä kaiteet ja käsijohteet erikseen mittoineen. Kaikki lisätieto auttaa, esimerkiksi statustieto.

Nimi ja toimenkuva: Jenna Huuhka hankintainsinööri, YIT Rakennus Oy

## Tutkimuskysymyksiä

1. Mihin käytät tietomallia?

Käyttää tietomallia muiden toimihenkilöiden kautta pyytämällä määrätietoja, joskus suunnitelmien ollessa puutteellisia havainnollistaa asioita mallista itse.

2. Mihin tietomallia voi hyödyntää hankinnassa määrälaskemisen lisäksi?

Urakkaneuvotteluissa 3D-mallin näyttäminen havainnollistaa mitä ollaan tekemässä. Asennusjärjestyksiä voi suunnitella ja esimerkiksi elementtikaupoissa aikataulusuunnitelmia. Tulevaisuudessa kun työntekijät oppivat paremmin käyttämään tietomallia, voi helpommin tehdä aikataulu- tai asennusjärjestys-suunnitelmia.

3. Olisiko määrätietojen keräämisestä kootusti yhteen paikkaan hyötyä?

Olisi hyödyllistä. Tietopankki olisi hyvä paikka tallentaa tiedostot jolloin revisio josta tiedot olisi laskettu olisi helposti nähtävissä.

4. Mitä mallista tuotujen raporttien nimeämiskäytännössä tulisi ottaa huomioon? Onko esimerkiksi revisionumero relevantti asia?

Kyllä, suunnitelmaerot huomataan helposti revisiomerkinällä. Revisiotieto merkittävä.

5. Mitä kaikkia tietoja raporttiin tulisi aina laittaa yhtenäisyyden vuoksi?

Vaihtelee hankintakohteen mukaan, enimmäkseen käytetään neliö- ja juoksumetrejä sekä joissain kappalemääriä.

6. Onko määrälaskennan raporteissa mielestäsi huomattavia eroja tietojen luotettavuudessa?

Ihmisillä on eri tapoja hakea määrätietoa, jolloin eroja voi syntyä.

7. Miten määrälaskentaa voisi parantaa edistääkseen hankintaa? Onko jotain määriä mitä mallista ei voida hankintaa varten laskea?

Alakatot lasketaan käsin alakattokaavioista, koska säletyyppi vaihtuu ja ne on mallinnettu vain kipsilevynä. Sama valaisinkouruissa mallit ovat erilaisia, mutta tietomallissa aina sama.

8. Joutuuko hinnat katsomaan uusiksi yksikköhintaisessa urakassa, jos määrätiedot muuttuvat liikaa?

Kyllä joissain tapauksissa, jos ei sopimuksessa ole muuta sovittu. Joillekin urakoitsijoille sopii se, että määrät voi muuttua ja joillekin ei. YSE:stä löytyy pykälät ongelmatilanteita varten.

9. Miten suuressa osassa hankinnassa määrätietojen saanti on?

Paras mahdollinen tapa on saada tarkat määrät, suuria määriä ei ole mahdollista hankkia ilman määrätietoja. Hinnat muuttuvat määrätiedon mukaan, isompia määriä pysytään toimittamaan halvemalla hinnalla suhteessa pieniin määriin.

10. Miten suuri ongelma hankinnassa on määrätietojen muuttuminen rakennusprojektin aikana?

Yksikköhintaisessa ei suuri ongelma, jos määrät eivät muutu oleellisen paljon.



11. Kumpia on enemmän, yksikköhintaisia- vai kokonaishintaisia urakoita?

Urakan luonteen mukaan, suurimmat määrältään ja hinnaltaan ovat kokonaishintaisia, mutta pienempiä yksikköhintaisia urakoita saattaa olla kappalemäärältä enemmän.

12. Onko tietomallia käytetty lisä- ja muutostöiden laskemisessa?

Tuotannon homma, mutta kannattaisihan sitä hyödyntää.

13. Muita kehitysehdotuksia?

Tiedon tulee olla tietomallissa täysin oikein ja jos ei ole niin luotettavuus laskee. Tiedon oikeellisuus ja ajantasaisuus. Hyödynnettävyys, joskus suunnitelmien puuttuessa voi visualisoida tietomallin avulla.

Nimi ja toimenkuva: Richard Hogan, arkkitehti Soini & Horto

## Tutkimuskysymyksiä, haastattelu käytiin kokonaan englanniksi ja käännettiin jälkikäteen suomeksi.

### 1. Mihin käytät tietomallia?

Suunnittelee itse tietomallin arkkitehtuuriset osat Archicad ohjelmalla, joka muutetaan IFC tiedostoon. Muut insinöörit rakentavat tekevät mallista oman osuutensa, eli malli rakentuu ryhmätyönä. Työmaakäytössä on toinen ohjelma, jolla tietomallia käytetään. Tämä tuo ongelmia, koska tiedosto ei siirry täydellisenä ohjelmistosta toiseen ja osa tiedoista esimerkiksi rakennetyypit, joudutaan siirtämään käsin toiseen ohjelmistoon, jossa ajoittain saattaa syntyä virheitä. On olemassa ohjelmistoja, joilla tiedon siirtäminen ja sen analysointi saattaisi olla helpompaa ja jouhevampaa, mutta niitä ei ole työmaalla käytössä.

### 2. Miksi emme käytä työmaakäytössä Archicad ohjelmistoa?

Archicad on suunniteltu vain arkkitehdin käyttöön, jossa jokaiseen komponenttiin voidaan sisällyttää tarkat informaatiot mitä ne ovat, mutta työmaakäytössä se ei toimi kuten siihen suunnitellut ohjelmistot toimivat. Esimerkiksi määrien laskenta tai mitoittaminen ei onnistu Archicad- ohjelmalla tai ainakaan niin helposti. Archicad- ohjelmalla siis pystytään suunnittelemaan itse tietomalli, mutta ei analysoimaan sitä. Archicad- ohjelmalla tehty malli supistetaan IFC- muotoon, jolloin osa tiedoista häviää tiedostokoon pienentämisen vuoksi. Mikko Soininvaara tekee supistamisen IFC-muotoon.

### 3. Onko mielestäsi jotain tärkeitä tietoja jotka tietomallista pitäisi löytyä, mutta ei syystä tai toisesta sieltä löydy?

Näin suuressa hankkeessa joudutaan jokaisen lisättävän informaation kohdalla miettimään, onko niitä tarpeellista lisätä, koska kaikin keinoin tietomallista tulee tehdä mahdollisimman pieni tiedostokoon vuoksi. Sen vuoksi arkkitehti suunnittelee paperiversion tyypillisistä tiloista, jonka mukaan kaikki vastaavat tilat tehdään, jokaista tilaa ei siis suunnitella kokonaan. Tähän johtaa se, että jonkun muun toimihenkilön täytyy laskea tietomallin ulkopuolelta joitain määriä, kuten esimerkiksi wc- tilojen varusteita. Niiden määrälaskenta perustuu tyypilliseen suunnitteluperiaatteeseen ja niiden pohjalta lasketaan määrät kaikista vastaavista tiloista käsin.

### 4. Olisiko siinä liikaa työtä, jos rakennusosat suunniteltaisiin pienemmiksi? Esimerkiksi käytävien seinät ovat mallinnettuja käytävän mukaan, eikä sitä ympäröivien pienempien tilojen mukaan.

Kysymyksessä on kaksi eri osaa ja onko siinä liikaa työtä, kyllä on. Tämä ei johdu pelkästään yhden seinän muuttamisesta moneen osaan, vaan jos kyseistä seinää joudutaan myöhemmin siirtämään, täytyy kaikkia osia siirtää erikseen, joka vie aikaa. Toisekseen ongelman pystyisi ainakin osittain poistamaan käyttämällä tilatietoja, joita tällä hetkellä käytetään liian vähän niiden potentiaalini mukaan. Tilatiedon ongelmana on se, että se antaa rakenteiden kokonaismäärät summana, eikä se osaa erotella esimerkiksi seinien osalta rakennusosia tyypeittäin.

5. Olisiko mahdollista jakaa tietomalli valmiiksi osalohkojen mukaan, samalla tavalla kerrosten kanssa?

Olisi mahdollista, mutta se olisi pitänyt aloittaa ihan projektin alusta. Silloin olisi pitänyt kaikkien suunnittelijoiden kesken sopia miten rakennus jaetaan. Tietomallin pystyisi jälkikäteen jakamaan eri osalohkoihin, mutta kaikki rakenteet ja rakennusosat, jotka olisivat olleet lohkon reunalla, pitäisi tehdä uudelleen ja se veisi satoja työtunteja. Hyötynä olisi se, että laajuuden ollessa pienempi tietomallin osalta, voitaisiin siihen sisällyttää enemmän informaatiota.

6. Olisiko mahdollista lisätä tietomallin rakennusosiin statustieto, joka kertoisi olisiko se valmis laskettavaksi, hankittavaksi vai rakennettavaksi?

Teknisesti kyseinen informaatio olisi mahdollista lisätä. Ongelmana on se, että arkkitehdin ei ole koskaan kuulunut tehdä kyseistä asiaa, jolloin arkkitehdillä ei ole lain puolesta mahdollisuutta sanoa milloin jokin rakennusosa on valmis rakennettavaksi. Arkkitehti voi sanoa, että milloin jokin on suunniteltu valmiiksi, mutta ei sitä, milloin se on valmis rakennettavaksi. Kyseisessä projektissa tästä asiasta on syntynyt konflikteja, koska se ei ole arkkitehdin tehtävä. Tässä projektissa asia on korostunut siksi, että rakentaminen on aloitettu ennen kuin suunnitelmat ovat kokonaan valmiita. Monipuolinen juttu lain puolesta, rooli on eri itse rakentajalla ja suunnittelijalla.

7. Toisiko se liikaa lisätyötä?

Kyllä ja se vaatisi lähempää kontaktia urakoitsijaan ja muihin suunnittelijoihin.

8. Kuinka paljon lisätöitä vaatisi se, että tietomalliin lisättäisiin kaikki maalaustiedot?

Lisääntynyt työmäärä ei olisi suurin ongelma, vaan tietomallin tiedostokoon kasvaminen.

9. Miten jokin muu pintamateriaali, esimerkiksi laatoitus?

Sama homma, jotkin pintamateriaalit löytyvät tilatieto- mallista, mutta kaikkia ei johtuen vuokraustilanteesta jolloin tiloja ei voida suunnitella niin pitkälle.

10. Olisiko mahdollista lisätä talotekniikan läpivienneille valmiita mittoja, joilla ne voitaisiin mitata valmiiksi työmaalla?

Taas kerran lisätieto kasvattaa tiedoston kokoa, mutta kyseessä on myös tekninen ongelma, koska ohjelmisto ei osaa itse antaa mittoja automaattisesti, jolloin ne joudutaan joka tapauksessa laskemaan käsin, on tieto lisätty malliin tai ei.

11. Miksi joissain tapauksissa porrasobjekteihin sisältyy kaiteet ja joissain ne ovat erillään?

Riippuu suunnittelijasta ja ohjelmistosta, kaiteesta ei ole välttämättä vielä tiedetä tarpeeksi. Myös ohjelmistoeste, koska tiedon jakaminen muihin ohjelmiin ei aina onnistu ilman käsityötä. Projektin alussa suunnitelmien tilaajan tulisi pyytää, että haluaa kyseisen tiedon tietomalliin.

12. Olisiko mahdollista lisätä askelmien määrä porrasobjektiin?

Archicad jolla tieto tuotetaan sisältää kaiken tiedon, mutta jakaminen Solibriin on ongelmallista.

13. Onko mielestäsi suunnittelunohjauksessa ollut ongelmia tai viiveitä hankkeen aikana?

Rakentaminen aloitettiin ennen suunnittelun valmistumista. Suunnitteluun kuluva aika on venynyt monestakin syystä. Ongelmana on ollut markkinoinnin ja muiden syiden vuoksi, että ei tarkalleen tiedetä mitä ollaan suunnittelemassa. Toisekseen Helsingin Kaupunki on ollut omalla osuudellaan muuttamassa suunnitelmia. Moni asia on muuttunut matkan varrella ja muutosten suuruudet ovat olleet valtavia hankkeen aikana. Urakoitsijan työporukka on vaihtunut alkuperäisestä porukasta täysin ja myös

arkkitehdin näkökulmasta suunnitelavat sisärakenteet ovat muuttuneet täysin erilaisen pohjaratkaisun vuoksi, mitä alun perin oltiin suunnittelemassa. Kaupallinen tiimi oli suunnittelun alussa dominoivassa asemassa ja se muutti suunnitelmia, joita tekninen tiimi joutui odottamaan tai muuttamaan jo valmiita suunnitelmia. Kaiken suunnittelemiseen on kulunut pari vuotta. Toimintatavat ovat erilaiset kuten myös maalit johon kukin tähtää.

14. Mihin tietomallia voidaan käyttää määrälaskennan lisäksi?

Suunnittelijoiden välisten konfliktien selvittäminen, visualisointi suuremmissa osassa rakennuttajien ja tilaajien suuntaan.

15. Miten määrälaskentaa voidaan parantaa?

Kontakti ja kanssakäynti, esimerkiksi osallistuminen suunnittelukokouksiin jossa voisi kertoa suoraan onko suunniteltu ratkaisu mahdollinen vai ei kustannusten osalta.

16. Muita kehitysehdotuksia?

Päättäjän osallistuminen kokouksiin jotka voi kertoa onko suunniteltu kokonaisuus liian kallis vai ei, se nopeuttaisi. Jos paperisuunnitelmaa ei tarvitsisi suunnitella tarkasti, jäisi aikaa enemmän tietomallin sisältämään informaatioon. Jos tietomalli voisi toimia pääsuunnitelmana, kaikki hyötyisi siitä ajallisesti ja kustannuksien osalta. Tämä tapahtuu jossain vaiheessa tulevaisuudessa, mutta ei ole vielä ajankohdainen. Prosessia voisi kehittää huomattavasti, jos asioista sovittaisiin tarkemmin alusta alkaen.