



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# TIETOMALLINNUS LVI-SUUNNITTELUN NÄKÖKULMASTA

Mallinnustason määrittely ja prosessikuvaus

Teemu Virkkala

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2016  
Talotekniikan koulutusohjelma  
LVI-tekniikka



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutus  
LVI-talotekniikka

VIRKKALA, TEEMU:

Tietomallinnus LVI-suunnittelun näkökulmasta  
Mallinnustason määrittely ja prosessikuvaus

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 6 sivua  
Huhtikuu 2016

---

Opinnäytetyön aiheen taustalla oli Optiplan Oy:ssä herännyt tarve määrittää aiempaa tarkemmin yrityksen tietomallinnushankkeissa vaadittava tietosisältö sekä parantaa yrityksen tietomallinnusprosessin hallintaa. Tarkoituksena oli määrittellä yrityksen LVI-suunnitteluosastolle neljä mallinnustasoa yrityksessä tehdyn karkean jaottelun pohjalta. Mallinnustasojen määrittelyn lisäksi työssä tehtiin kirjallisuusselvityksen pohjalta yleisluontoinen kuvaus LVI-suunnittelun mallinnusprosessista, jota voidaan hyödyntää kaikilla opinnäytetyössä määritellyillä mallinnustasoilla. Mallinnustasojen määrittelyssä hyödynnettiin YTV2012-julkaisusarjaa ja lisäksi kerättiin lähdeaineistoa haastattelemalla neljää Optiplan Oy:n LVI-osaston työntekijää.

Työn tuloksena syntyivät Optiplan Oy:n LVI-suunnitteluosaston neljän mallinnustason tarkemmat määritelmät. Tasojen määrittelyn yhteydessä tehtiin myös Excel-pohjainen taulukko, jossa on kuvattu yksityiskohtaisesti kullakin mallinnustasolla vaadittavien komponenttien geometria ja tietosisältö. Taulukosta saatuja tulosteita voidaan hyödyntää jatkossa suunnittelusopimusasiakirjojen liitteenä.

Kehittämisehdotuksena Optiplan Oy:lle ehdotettiin opinnäytetyössä tehtyjen mallinnustasojen tarkastelua kustannusten ja muiden suunnittelualojen mallinnustasojen näkökulmasta. Mallintamisen sujuvoittamiseksi ehdotettiin MagiCAD-ohjelmiston Revit-versiolla tehtävää kehitysprojektia, jossa tutkittaisiin ohjelmiston soveltuvuutta yrityksen tarpeisiin sekä sen mahdollisia hyötyjä mallintamistyössä. Mallinnusprosessin kehittämiseksi ehdotettiin mallintamisen yleisten prosessiohjeistuksien luomista, joilla pyritään mallien virheettömyyteen ja mallinnustyön nopeuttamiseen.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
HVAC technology

**VIRKKALA, TEEMU:**  
Building Information Modeling from The Perspective of HVAC Design  
Specification of Modeling Level and Process Overview

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 6 pages  
April 2016

---

This Bachelor's thesis was commissioned by the company Optiplan who had a need to define the information contents for Building Information Modeling projects in a more detailed way. The subject of the thesis was limited to only cover HVAC design. The object was to define four modeling levels for the company's HVAC department. The company had predetermined the barebones/minimum requirements for the four modeling levels beforehand. In addition a general description of the modeling process for HVAC design was written.

The background research was conducted with a literature research and by interviewing four employees from the company's HVAC department. As a result the predetermined four modeling levels were described in a more detailed way in the form of short descriptions and a detailed Excel document, so that the descriptions could be used as a part of the company's tender documents.

The company was given several suggestions for further development.

---

Key words: hvac design, building information modeling

## SISÄLLYS

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO.....  | 6  |
| 1.1   | Tausta, tarkoitus, tavoitteet ja tutkimusmenetelmä.....          | 6  |
| 1.2   | Optiplan Oy.....   | 7  |
| 1.3   | Lean-ajattelutapa.....   | 7  |
| 2     | TIETOMALLINNUS .....   | 9  |
| 2.1   | Tietomallinnus yleisesti .....                                   | 9  |
| 2.2   | Tietomallinnus LVI-suunnittelun näkökulmasta .....               | 10 |
| 3     | MALLINNUSPROSESSI .....  | 12 |
| 3.1   | LVI-suunnittelun mallinnusprosessi yleisesti .....               | 12 |
| 3.2   | LVI-järjestelmien mallintaminen.....                             | 13 |
| 3.3   | Vaatusmallin toteutus .....                                      | 15 |
| 3.4   | Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe mallinnusprosessissa.....      | 16 |
| 3.5   | Toteutussuunnitteluvaihe LVI-tekniikan mallinnusprosessissa..... | 18 |
| 3.5.1 | Tietomalliselostus mallinnusprosessin osana.....                 | 20 |
| 3.5.2 | Mallipohjainen reikävaraussuunnittelu .....                      | 21 |
| 3.5.3 | Käyttööntovaiheessa laadittava toteumamalli.....                 | 22 |
| 3.6   | Mallinnusprosessin laadunvarmistus .....                         | 22 |
| 3.6.1 | Taloteknisen tietomallin tietosisältö .....                      | 23 |
| 3.6.2 | Törmäys- ja risteilytarkastelu.....                              | 23 |
| 3.7   | Tietomallipohjainen määrälaskenta .....                          | 24 |
| 4     | MALLINNUSTASOT.....  | 25 |
| 4.1   | Mallinnustasojen yleisiä määritelmiä .....                       | 25 |
| 4.2   | Tietomallinnustasot Optiplan Oy:ssä.....                         | 25 |
| 4.3   | Mallinnustasojen määrittely.....                                 | 26 |
| 4.3.1 | Haastatteluista kerätty aineisto.....                            | 27 |
| 4.3.2 | Mallinnustasojen kuvaaminen.....                                 | 28 |
| 5     | POHDINTA.....  | 32 |
|       | LÄHTEET.....   | 34 |
|       | LIITTEET .....   | 36 |
|       | Liite 1. Reikävaraussuunnittelun prosessiohje .....              | 36 |

**LYHENTEET JA TERMIT**

|                |  |
|----------------|--|
| <i>BIM</i>     | Building Information Modeling, Building Information Model  |
| <i>CAD</i>     | Computer-Aided Design                                      |
| <i>DWG</i>     | Autodeskin ohjelmistoissa yleisesti käytetty tiedostomuoto |
| <i>GUID</i>    | Globally Unique Identifier                                 |
| <i>IDA ICE</i> | IDA Indoor Climate and Energy                              |
| <i>IV</i>      | ilmanvaihto  |
| <i>IVKH</i>    | ilmanvaihtokonehuone                                       |
| <i>LJH</i>     | lämmönjakohuone  |
| <i>LVI</i>     | lämmitys, vesi ja ilmanvaihto                              |
| <i>VBA</i>     | Visual Basic for Applications                              |

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta, tarkoitus, tavoitteet ja tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyön aiheen taustalla oli Optiplan Oy:ssä herännyt tarve kehittää yleisesti tietomallinnuskohteiden tarjous- ja suunnittelutoimintaa tarjoamalla asiakkaille laajuudeltaan erilaisia mallinnustasoja. Näin saadaan tarkemmin määritettyä tietomallilta vaadittu tietosisältö ja tarjottua paremmin asiakkaan tarpeisiin sopivia suunnitteluratkaisuja. Tietomallinnuksen tason määrittely on myös tärkeää suunnittelutoimiston tuottavan toiminnan kannalta, jotta pystytään tarkemmin hinnoittelemaan suunnittelutyö hankekohteisesti.

Tämän opinnäytetyön osalta aihe rajattiin LVI-suunnittelun mallinnustasojen määrittelyyn. Tässä työssä mallinnuksesta ja mallinnustasoista puhuttaessa tarkoitetaan yleisesti tietomallintamisen lisäksi CAD-ohjelmistolla tehtävää LVI-suunnittelutyötä. Työ on kuvattu asuinrakentamisen uudistuotannon näkökulmasta, mutta kuvattuja mallinnustasoja voidaan soveltaa myös muilla LVI-suunnittelun osa-alueilla.

Mallinnustasojen määrittelyn yhteydessä toiseksi yrityksen toiminnan kehittämiskohdeeksi otettiin LVI-suunnittelun tietomalliprosessin hallinnan parantaminen. Mitä paremmin tietomalliprosessi hallitaan yrityksessä, sitä paremmin pystytään keskittymään suunnittelutyön kannalta oleellisiin asioihin ja tekemään hankkeen kokonaiskuvan kannalta asiat oikea-aikaisesti. Tietomallinnus on tärkeä osa nykyaikaista suunnitteluprosessia, jos prosessin hallitsemisessa on puutteita se saattaa aiheuttaa suunnittelijalle ylimääräistä työtä. Tietomallinnusprosessi on suunnittelun kannalta hyvin etupainotteinen: alkuvaiheessa luonnoksiin panostamalla säästetään huomattavasti aikaa projektin loppuvaiheessa. Suunnittelun edetessä malliin jäävät virheet kertautuvat helposti, esimerkiksi mallikerroksia kopioidessa, ja tuottavat suunnittelijalle suuremman työn suunnitteluprosessin loppupäässä.

Tässä työssä määriteltyjen mallinnustasojen lähdeaineiston kartoittamiseksi valittiin tiedonkeruumuodoksi teemahaastattelu, johon valikoitiin haastateltavat yrityksen edustajan kanssa yrityksen työntekijöistä. Teemahaastattelun luonteen vuoksi huomiota kiinnitettiin erityisesti haastateltavien yleiseen kokemukseen LVI-suunnittelusta sekä

kokemukseen tietomallihankkeista. Haastateltavat pyrittiin valikoimaan yrityksen eri toimipisteistä, jotta aiheesta saataisiin mahdollisimman monta näkökantaa. Haastattelu-tilanteen alussa varmistettiin vielä haastateltavan suunnittelukokemuksen määrä ja pyydettiin arvioimaan, kuinka monessa tietomallihankkeessa haastateltava oli ollut mukana.

## **1.2 Optiplan Oy**

Optiplan Oy on kasvava rakennusalan konsultointi- ja suunnittelualan yritys, joka tarjoaa kattavia konsultointi- ja suunnittelupalveluja asuin-, toimitila- ja korjausrakentamisen saralla. Yritys tarjoaa palvelujaan kaikilla rakennusalan suunnittelualoilla arkkitehtuurista sähkösuunnitteluun. Optiplan Oy kuuluu kansainväliseen NCC-konserniin, joka on yksi pohjoismaiden suurimmista rakennus- ja kiinteistökehitysyhtiöistä (Optiplan Oy 2016b). NCC:n toiminnassa hyödynnetään Lean-ajattelutapaa (NCC Oy 2016), joka on toiminut myös yhtenä tämän opinnäytetyön keskeisenä konseptina.

Optiplanin erikoisosaamiseen kuuluu kokonaissuunnittelukonsepti, jonka avulla tilaaja pystyy hankkimaan kaikki tarvittavat suunnittelupalvelut saman katon alta. Tämä helpottaa tilaajan omaa työtä rakennushankkeen aikana: suunnitelmista saadaan hiotumpia ja virheettömämpiä kuin perinteisillä menetelmillä, jossa eri suunnittelualojen työ ostetaan itsenäisesti toimivilta yrityksiltä. (Optiplan Oy 2016a.)

## **1.3 Lean-ajattelutapa**

Lean-ajattelutapa on valmistusteollisuudessa kehitetty ideologia, jolla pyritään suoraviivaistamaan yrityksen toimintatapoja. Lean koostuu viidestä eri vaiheesta, jotka muodostavat yhdessä yhtenäisen toimintamallin. Ensimmäisessä vaiheessa tulee määrittää asiakkaan tuotteelta tai palvelulta haluama arvo. Tämän jälkeen määritetään nykyisen prosessin kaikki vaadittavat vaiheet, jotka joudutaan suorittamaan, jotta päästään asiakkaan haluamaan päämäärään. Lean-ajattelutavassa pyritään prosessista karsimaan kaikki asiakkaan kannalta lisäarvoa tuottamattomat vaiheet. Tällaisia asioita voivat esimerkiksi olla dokumentoinnin puutteesta johtuvat työvaiheiden toistot tai lisäinformaation hankkimiseksi tehty työvaiheen toisto, koska siihen ei ensimmäisellä kerralla ole kiinnitetty riittävästi huomiota. (Lean 2016a.)



KUVIO 1. Lean-periaatteet (Lean 2016b)

Työvaiheiden karsimisen jälkeen luodaan jäljelle jääneiden vaiheiden pohjalta uusi prosessi. Tuotteita pyritään tuottamaan vain kysynnän mukaan eli niitä ei tuoteta ns. varastoon. Tällöin saadaan aikaan jatkuva prosessi, jolla voidaan pienentää esimerkiksi tarvittavaa varastotilaa, koska sitä käytetään entistä tehokkaammin. Lopuksi Lean-ajattelutapa pyrkii täydellisyyteen kannustamalla toimijoita prosessin jatkuvaan iterointiin ja asiakkaalle arvoa tuottamattomien vaiheiden karsimiseen, jolloin voidaan keskittyä lisäarvon tuottamiseen asiakkaalle. (Lean 2016a.)



## 2 TIETOMALLINNUS

### 2.1 Tietomallinnus yleisesti

Tietomallilla tarkoitetaan rakennuksesta tuotettavaa digitaalista kokonaisuutta (RIL 2016). Tietomalli ei kuitenkaan ole pelkästään rakennuksen 3D-malli vaan se sisältää myös muuta oleellista tietoa rakennuksesta ja sen osista. Esimerkiksi LVI-suunnittelijan tuottama ilmanvaihdon tietomalli sisältää kanavistoissa kulkevat ilmamäärät, ilman nopeudet ja painetasot (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 21).

Sandbergin (2014, 17) mukaan puolestaan rakennuksen tietomallilla kuvataan rakennuksen fyysisiä ja toiminnallisia ominaisuuksia digitaalisessa muodossa. Tietomallia ja tietomallinnusta kuvataan myös usein termillä BIM. Tietomallit tuotetaan yleisesti Industry Foundation Classes -tiedostomuodossa, joka tunnetaan myös IFC-lyhenteestään. Nykyään käytetyin IFC-versiomuoto on 2x3 (buildingSMART Finland 2016a). Esimerkiksi Progman Oy:n valmistama MagiCAD-suunnitteluohjelmisto tukee IFC 2x3 -tiedostomuotoa (Progman Oy 2016).

Suomessa on rakennusosalalla käytössä valtakunnalliset tietomallivaatimukset, jotka syntyivät COBIM-hankkeen myötä vuosina 2011–2012 alun perin Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaisemien tietomallivaatimusten pohjalta. Nämä tietomallivaatimukset tunnetaan paremmin nimellä Yleiset tietomallivaatimukset 2012 tai YTV2012 (buildingSMART Finland 2016b). Tietomallivaatimusten ylläpidosta vastaa buildingSMART Finland, joka on osa buildSMART Internationalia (Sandberg 2014, 17).

Tietomallinnuksen tavoitteena on yleisesti suunnittelun, rakentamisen ja rakennuksen käytönaikaisen ylläpidon tukeminen. YTV2012 yleistä osuutta käsittelevässä ensimmäisessä osiossa todetaan tietomallien mahdollistavan esimerkiksi suunnitelmien havainnollistamisen ja laadunvarmistuksen tehostamisen. Mallintaminen helpottaa myös suunnitelmien yhteensovittamista ja nostaa lopputuotteen laatua. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 1, Yleinen osuus 2012, 5; Sandberg 2014, 17–18.)

## 2.2 Tietomallinnus LVI-suunnittelun näkökulmasta

LVI-suunnittelun osalta tietomallinnus ja hyvin tehty perinteinen suunnittelu eivät käytettyjen suunnitteluohjelmistojen osalta nykypäivänä eroa merkittävästi toisistaan (Sandberg 2014, 18). Tietomallinnukseen pystytään käyttämään samoja suunnitteluohjelmistoja kuin perinteiseen suunnitteluun. Esimerkiksi MagiCAD-ohjelmiston AutoCAD-versio soveltuu hankkeeseen riippumatta siitä, tehdäänkö hanke tietomallintamalla vai tuotetaanko kohteesta pelkästään tasokuvat (Progman Oy 2016).

Kynnys tietomallintamisen opetteluun on niin työntekijän kuin yrityksen kannalta matalampi, jos yrityksestä löytyy jo mallintamiseen soveltuva ohjelmisto esimerkiksi MagiCAD. Tällöin uuteen ohjelmistoon ei erikseen tarvitse investoida eikä henkilöstön koulutus vaadi suuria resursseja. Tietysti, koska tällaisessa suunnitteluohjelmistossa on jouduttu ottamaan huomioon myös perinteisten suunnittelumenetelmien käyttö, ei kaikkia asioita ole pystytty tekemään optimaalisesti tietomallinnuksen kannalta. MagiCAD-ohjelmiston Revit-versio on puolestaan kehitetty yksinomaan tietomallinnukseen käytettäväksi työkaluiksi (Progman Oy 2016).

Kun LVI-verkostoja piirretään CAD-ohjelmistolla ns. perinteisin menetelmin, tulee lähtökohtaisesti luoda virtausteknisesti toimivia järjestelmiä ja huomioida rakennuksen korkeuserot aivan kuten tietomallinnusprojektissa. Samalla myös esimerkiksi suunnitteluohjelmistolla tehtävään natiivimalliin mallinnettavien vesikalusteiden painehäviöt tulisi olla samat kuin kohteeseen asennettavilla vesikalusteilla. Natiivimallilla tarkoitetaan suunnitteluohjelmiston alkuperäistä tiedostomuotoa (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 8). Esimerkiksi MagiCADin AutoCAD-versiolla tehtävä natiivimalli tehdään DWG-tiedostomuodossa. Vesikalusteiden painehäviöiden vastatessa todellisuutta, pystytään hyödyntämään suunnitteluohjelmiston laskentatyökaluja ja tuottamaan niiden avulla laskelmia suunnittelutyön tueksi. Tietomallinnusprojektissa näihin edellä mainittuihin asioihin eli virtausteknisesti toimiviin järjestelmiin, laitteiden oikeisiin mittoihin, korkoihin sekä tietoihin kiinnitetään tavallista enemmän huomiota. Sandbergin (2014, 19) mukaan on tärkeää hyödyntää laitevalmistajien tarjoamia tuotekirjastoja järjestelmämalleja luotaessa.

Tietomallin ansiosta LVI-suunnittelijan lisäksi tilaaja pystyy hyödyntämään tuotettua suunnitteluaineistoa entistä paremmin hankkeen laadunvarmistuksen osana (Yleiset

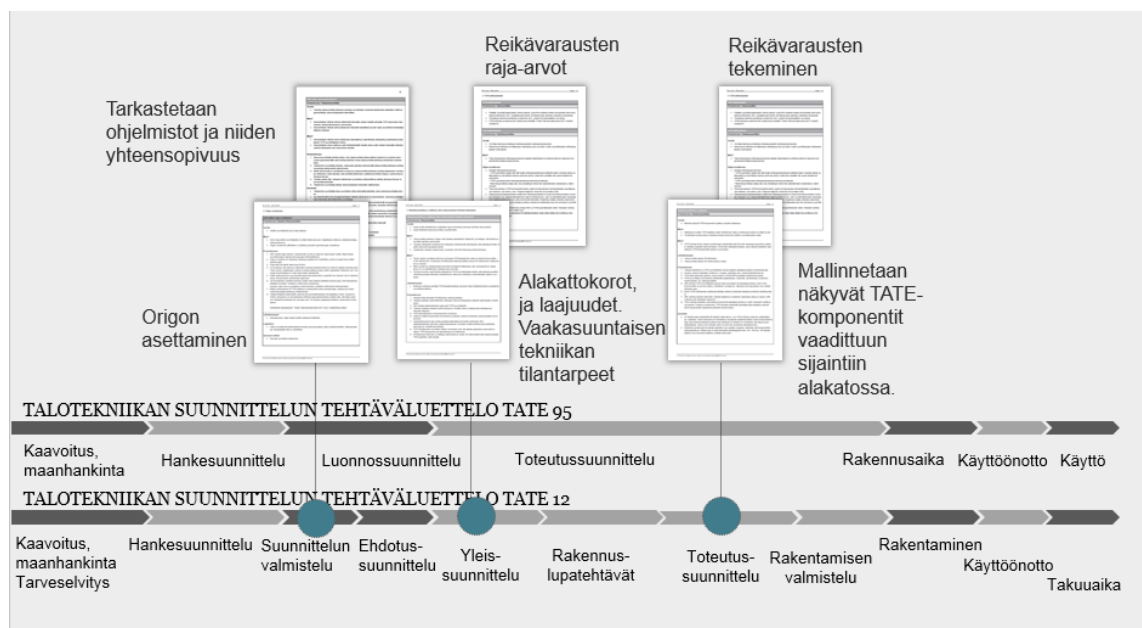
tietomallivaatimukset 2012: Osa 6, Laadunvarmistus 2012, 3). Laadunvarmistuksen tehostamisen lisäksi tietomallinnus helpottaa myös urakkalaskentavaiheessa suoritettavaa määrälaskentaa, kun määriä ei tarvitse mitata käsin piirustuksista (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 7, Määrälaskenta 2012, 5). Vastavuoroisesti LVI-suunnittelija pystyy omassa suunnittelutyössään hyödyntämään arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tietomalleja (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 17).

### 3 MALLINNUSPROSESSI

#### 3.1 LVI-suunnittelun mallinnusprosessi yleisesti

Tässä opinnäytetyössä kuvattu LVI-suunnittelun mallinnusprosessi pohjautuu YTV2012-julkaisusarjaan ja siinä kuvattuun mallinnusprosessiin sekä mallinnustasoon. Mallinnusprosessia tulee soveltaa vastaamaan hankekohtaisia mallinnustavoitteita, kun mallinnusta tehdään jollain muulla kuin YTV2012:ssa määritellyllä tasolla. Perusperiaatteiltaan kuitenkin LVI-suunnittelun mallinnusprosessi on aina hyvin samankaltainen, mutta vaadittu komponenttikohtainen mallinnustarkkuus ja tietosisältö saattavat poiketa mallinnustasosta riippuen.

LVI-suunnittelun mallinnusprosessi voidaan jakaa YTV2012 mukaisesti kahteen osioon: ehdotus- ja yleissuunnitteluun sekä toteutussuunnitteluun. Mallinnusprosessi on itsessään hyvin toteutussuunnittelupainotteinen, ehdotus- ja yleissuunnittelun keskittyessä järjestelmävalintoihin sekä LVI-järjestelmien vaatimiin tilavarauksiin. Koko rakennuksen kattava LVI-tietomalli luodaan vasta toteutussuunnitteluvaiheessa aiemmin tehtyjen järjestelmävalintojen ja hankittujen lähtötietojen pohjalta. (Yleiset tietomalli-vaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 7–8.)

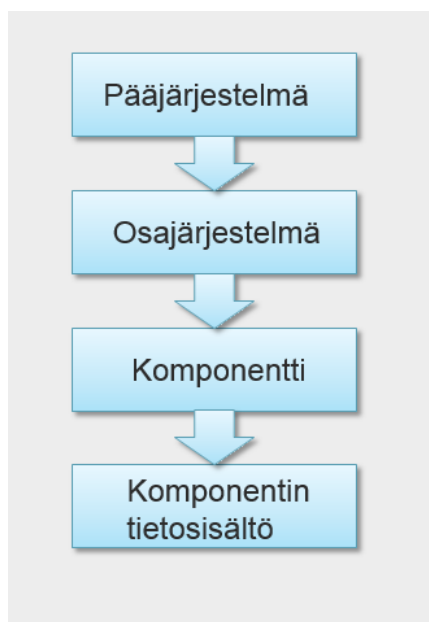


KUVIO 2. Mallinnusprosessin kannalta kriittiset kohdat sidottuna talotekniikan tehtäväluetteloihin (Minna Hurme 2015, muokattu)

Tarvittavien lähtötietojen määrittämiseksi voidaan hyödyntää myös ehdotus- ja yleisuunnitteluvaiheessa energia- ja olosuhdesimulointeja (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 7–8). Yleisesti tehty olosuhdesimulointi on esimerkiksi yleensä IDA ICE -ohjelmistolla tehtävä kesäajan huonelämpötilan tarkastelu. Tarkastelussa voidaan esimerkiksi tutkia millaisella ilmanvaihdon tai tarvittaessa ilmastoinnin järjestelmäratkaisulla asetunnit saadaan pysymään määräysten mukaisella alle 150 astetunnin tasolla, kun tarkastelujaksona toimii 1.6–31.8 ja säätietoina käytetään D3 liitteen 2 vyöhykkeen 1 mukaisia tietoja (D3 2012, 9).

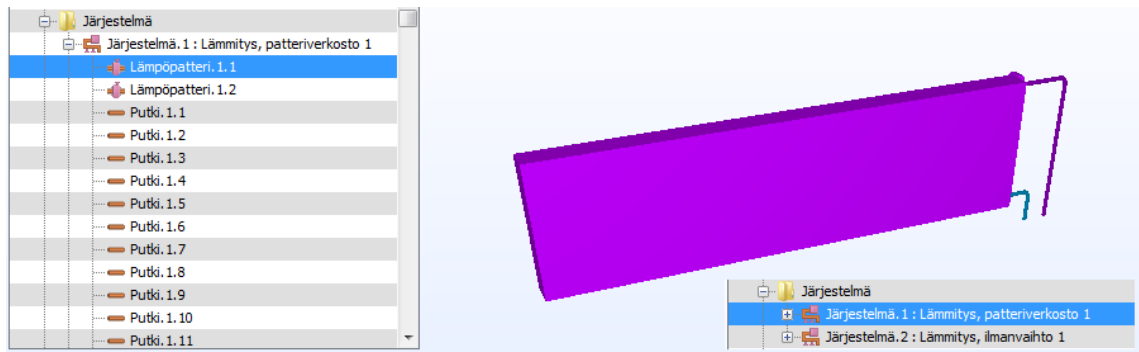
### 3.2 LVI-järjestelmien mallintaminen

LVI-suunnittelun tietomalli jaetaan järjestelmiin samalla tapaa kuin LVI-järjestelmät voidaan yleisesti jaotella. Tietomalli koostuu pääjärjestelmistä, jotka puolestaan jaetaan osajärjestelmiin. Pääjärjestelmiä ovat esimerkiksi lämmitys-, viemäri- ja ilmanvaihtojärjestelmät ja osajärjestelmiä ovat puolestaan esimerkiksi ilmanvaihdon tulo- ja poistojärjestelmät. Ilmanvaihdossa yleisesti tulo- ja poistojärjestelmät jaetaan vielä IV-kone ja puhallinkohtaisiin osajärjestelmiin. Jäte- ja raitisilmajärjestelmät voidaan mallintaa yhdelle osajärjestelmälle, jos tämä on tarkoituksenmukaista. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 22, 24.)



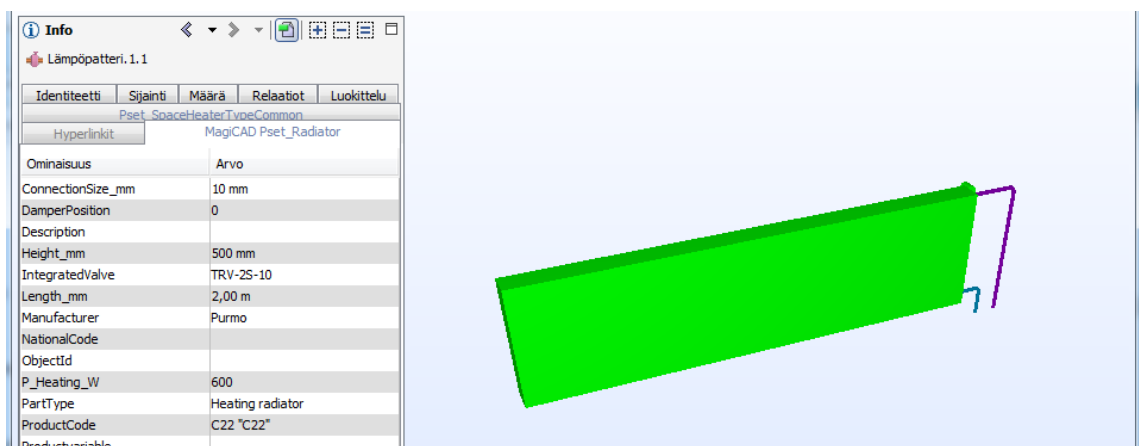
KUVIO 3. LVI-järjestelmien rakenne tietomallissa

Järjestelmien looginen jakaminen osajärjestelmiin on tärkeä osa mallinnustyötä, tällöin suunnitteluohjelmiston omia laskentatyökaluja pystytään käyttämään jokaiselle yksittäiselle järjestelmälle. Samalla myös yksittäisten järjestelmien tarkastelu tietomallissa helpottuu, kun malliin saadaan kerralla näkyviin vain halutun järjestelmän komponentit (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 22). Kuvassa 1 alla on havainnollistettu kuviossa 3 esitetty LVI-järjestelmien rakenne tietomallissa.



KUVA 1. Tietomallin rakenteen havainnollistaminen Solibri Model Viewer -ohjelmistossa

Kuvassa vasemmalla näkyvästä tietomallin rakenteesta voidaan huomata lämpöpatterin kuuluvan osajärjestelmään ”Lämmitys, patteriverkosto 1”, joka puolestaan on lämmitysjärjestelmä. Kuvassa 2 on puolestaan havainnollistettu osa ensimmäisen kuvan lämpöpatterikomponentin tietosisällöstä.



KUVA 2. Lämpöpatterin tietosisällön havainnollistaminen Solibri Model Viewer -ohjelmistossa

Asuntojen uudistuotannon suunnittelussa jäte- ja raitisilmajärjestelmät mallinnetaan useimmiten yksittäisiksi osajärjestelmiksi eikä niitä erotella konekohtaisesti. Jos halutaan esimerkiksi tarkastella tietyn jäteilmajärjestelmän äänitasoa rakennuksen ulkopuolella, voidaan se jakaa omaksi osajärjestelmäkseen. Jäteilmajärjestelmän ollessa omana osajärjestelmänään, suunnitteluohjelmistossa pystytään asettamaan kyseisen järjestelmän IV-koneen tuottama äänenpainetaso kanavassa ja tätä kautta laskemaan pysyväkö jäteilmajärjestelmän äänitaso sallituissa rajoissa esimerkiksi viereisen rakennuksen ikkunan kohdalla.

Pääjärjestelmät jaetaan IFC-malleihin hankekohtaisesti sovitulla tavalla ja niiden nimeämisessä noudatetaan tilaajan ohjeistusta. IFC-mallit käännetään yhteisesti sovittuun origoon ja korkeusasemana toimii absoluuttinen korkeusasema. Jos muuta ei ole määritetty, jaetaan pääjärjestelmät omiksi kerroskohtaisiksi IFC-malleiksi ja tiedostot nimitetään niin, että niiden nimestä voidaan päätellä tiedoston tietosisältö sitä avaamatta. IFC-mallien nimiä ei tule muuttaa projektin aikana, tämä helpottaa mallien päivittämisen katseluohjelmistoihin kuten Solibri Model Viewer -ohjelmistoon. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 9–10.)

### **3.3 Vaatimusmallin toteutus**

LVI-suunnittelun lähtötietojen määrittämiseksi tulee luoda haluttujen olosuhteiden ja kiinteistölle asetettujen kulutustietojen sekä mahdollisten ympäristöluokitustasojen vaatimusmalli. Tässä vaatimusmallissa määritellään esimerkiksi erilaisille tilatyypeille vaaditut ilmapirratt neliömetriä kohden, huonelämpötilat kesällä ja talvella, maksimi äänitasot huonetilassa, yli-/alipaineisuus ja puhtausluokka. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 12–13.)

Vaatimusmalli voidaan toteuttaa joko dokumenttipohjaisena, esimerkiksi Excel-taulukkona, tai tietomallipohjaisena, jolloin LVI-suunnittelulle asetetut vaatimukset liitetään tietomalliin osaksi arkkitehdin luomia huoneobjekteja. Jos hankkeessa käytetään tietomallipohjaista vaatimusmallia, pystytään vaatimusten täyttymistä seuraamaan helpommin ja vaatimusten siirtyminen hankkeen muille osapuolille on sujuvampaa (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 12–13).

Talotekniikan tietomallipohjainen vaatimusmalli voidaan tehdä esimerkiksi Granlundin RoomEX-ohjelmistolla (Grandlund 2016).

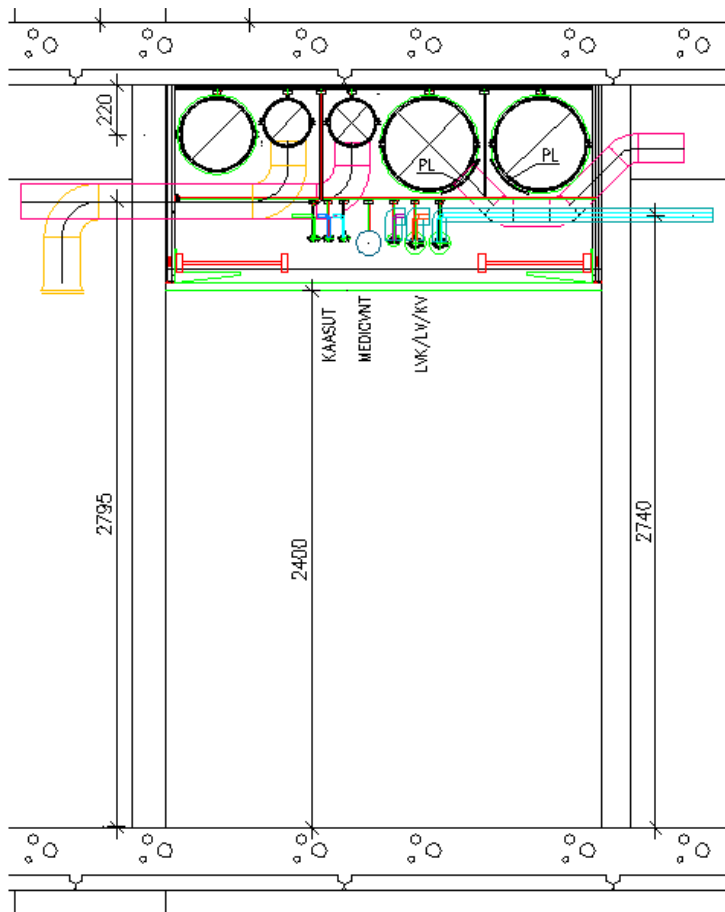
### 3.4 Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe mallinnusprosessissa

LVI-järjestelmien valintojen jälkeen siirrytään ehdotus- ja yleissuunnittelussa LVI-tekniikan tilantarpeiden määrittämiseen. LVI-suunnittelija selvittää järjestelmien vaatimat tilantarpeet, esimerkiksi tarvittavien kuilujen, hormien ja konehuoneiden koot sekä sijainnit. Tilantarpeita määrittäessä tulee huomioida myös tekniikan huollettavuus ja vaaditut asennus- ja huoltotilat. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 15.)

Tilantarpeiden määrittämisen avuksi LVI-suunnittelija mallintaa yleissuunnitteluvaiheessa myös rakennuksen merkittävästi tilaa vaativat vaakasuuntaiset putki- ja kanava-vedot. Tässä vaiheessa suunnittelua mallinnuksen tarkoitus on vain LVI-järjestelmien pääreittien sijaintien esittäminen eikä mallin tietosisällölle aseteta erityisiä vaatimuksia oikean geometrian lisäksi. Pääreitit tulee kuitenkin mallintaa käyttämällä tarkoitukseen soveltuvia putki- ja kanavaobjekteja, tällöin tehtyä mallia on helppo hyödyntää suunnittelun edetessä. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 16.)

Ennen kuin vaakasuuntaisia järjestelmiä lähdetään mallintamaan, tulisi esimerkiksi käytävistä ja haasteellisista asennuspaikoista piirtää 2D-leikkauksia, joissa esitetään järjestelmien vaatima tila kannakkeet huomioiden. 2D-leikkauksissa esitetään myös asennettavien putkien ja kanavien absoluuttiset keskikorot, jolloin vaakasuuntaiset järjestelmät saadaan helposti mallinnettua heti oikeisiin korkoihin. Leikkauksissa tulee huomioida myös sähköisen talotekniikan vaatimat kaapelihyllyt. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 16, liite 1 s. 3.)





KUVA 3. Esimerkki 2D-leikkauksesta (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4 2012)

Yleissuunnitteluvaiheen viimeisiä työvaiheita ovat mallihuoneista ja -alueista tehtävät tietomallit (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 17–18). Mallihuoneeksi tai -alueeksi valitaan rakennuksessa usein toistuva tila tai esimerkiksi uudisrakentamisen kerrostalokohteissa mallinnus tehdään rakennuksessa useimmin toistuvaan kerrokseen. Tämän vaiheen vaatimuksena on, että mallinnettavasta alueesta löytyy tarkkuustasoltaan riittävät arkkitehti- ja rakennemallit (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 17–18).

Perusvaatimuksena arkkitehti- ja rakennemallin geometrioiden tulee vastata toisiaan eli rakenteellisten osien tulee sijaita molemmissa malleissa samoissa paikoissa ja niiden tulee olla mitoiltaan samanlaiset. Rakennesuunnittelija informoi LVI-suunnittelijaa rakennemallin mahdollisista keskeneräisistä osista, jotta nämä voidaan ottaa huomioon LVI-suunnittelun mallinnustyössä (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Täydentävä liite, Talotekniikan vaatimuksia mallinnukselle 2016, 17–18). Yleissuunnitteluvaiheessa tulisi lyödä rakennuksen arkkitehtipohjat lukkoon vähintään rakennuksen tilojen sijain-

tien ja kokojen osalta, jotta erityissuunnittelussa pystytään välttämään suuremmilta muutostöiltä.

Mallihuoneen tai -alueen mallinnuksen tarkoituksena on varmistua suunnitellun LVI-tekniikan mahtumisesta mallialueeseen (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 17). Tässä vaiheessa on hyvä selvittää esimerkiksi LVI- ja sähkötekniikan risteilyt, jos sellaisia ilmenee. Kun asiaan kiinnitetään riittävän aikaisessa vaiheessa huomiota, pystytään myöhemmässä vaiheessa välttämään suuremmalta työltä tekniikan risteilyjen korjauksissa. Nykyisillä suunnitteluohjelmistoilla muutosten ylläpitäminen on erittäin työlästä, kun samat asiat tarvitsee muuttaa useisiin tasokuviin. Tarkastusten kannalta on tärkeää, että tietomallinnukselle on suunnitteluryhmässä sovittu yhteinen koordinaatisto (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 7, Laadunvarmistus 2012, 5). Tällöin yleissuunnitteluvaiheessa luotua mallia pystytään käyttämään suunnitelmia yhteen sovitettaessa (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 1, Yleinen osuus 2012, 16).

### **3.5 Toteutussuunnitteluvaihe LVI-tekniikan mallinnusprosessissa**

Toteutussuunnitteluvaiheessa LVI-järjestelmien tulee olla virtausteknisesti toimivia järjestelmiä. Tämä tarkoittaa sitä, että suunnitteluohjelmistossa olevia laskenta- ja analyysitoimintoja tulee pystyä käyttämään kullekin järjestelmälle (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 21). Esimerkiksi MagicADissa järjestelmän virtauslaskelmien ja tasapainotuksen tulee toimia. Laskentatyökaluilla tulee pystyä selvittämään kunkin osajärjestelmän virtausnopeudet ja painetasot putkistossa tai kanavistossa.

Koska tietomalli ei ole vain järjestelmästä tehty 3D-malli, suunnitteluohjelmiston laskentatoiminnoilla tietomalliin saadaan sisällytettyä järjestelmän toiminnan kannalta oleellista tietoa, jota pystytään hyödyntämään myös suunnittelun laadunvarmistuksessa (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 21). Esimerkiksi, kun IV-järjestelmän mitoitus tiedot (tarvittavat ilmamäärät, virtausnopeudet ja kanavapaineet) sisällytetään tietomalliin, pystytään mallista helposti tarkastamaan, että mitoitus on suoritettu oikeaoppisesti eikä esimerkiksi kanaviston vaadittu painetaso nouse liian korkeaksi.

Toteutus suunnitteluvaiheessa on myös tärkeää, että järjestelmät jaetaan mallissa kohdassa 3.2 kuvatulla tavalla. MagiCADissa tämä tapahtuu yksinkertaisesti luomalla riittävä määrä järjestelmiä MagiCADin projektitiedostoon ja jakamalla kaikkien pääjärjestelmien objektit luoduille osajärjestelmille (KUVA 4).

| UserCode  | Name                                | Type        | Linetype | Color |
|-----------|-------------------------------------|-------------|----------|-------|
| ALAP      | Alapohjan tuuletus                  | Exhaust air |          | ■     |
| KIKXXPF01 | Kiertoilma, poisto TK <sub>xx</sub> | Extract air |          | ■     |
| KIKXXTF01 | Kiertoilma, tulo TK <sub>xx</sub>   | Supply air  |          | ■     |
| PKPRSH1   | Poistoilma PK-prsh1                 | Extract air |          | ■     |
| TFXX      | Autohallin savunsulkku              | Exhaust air |          | ■     |
| TK02PF02  | Poistoilma Liiketila 1              | Extract air |          | ■     |
| TK02TF02  | Tuloilma Liiketila 1                | Supply air  |          | ■     |
| TK03PF03  | Poistoilma Liiketila 2              | Extract air |          | ■     |
| TK03TF03  | Tuloilma Liiketila 2                | Supply air  |          | ■     |
| TK04PF04  | Poistoilma Liiketila 3              | Extract air |          | ■     |
| TK04TF04  | Tuloilma Liiketila 3                | Supply air  |          | ■     |
| TK05PF05  | Poistoilma Liiketila 4              | Extract air |          | ■     |
| TK05TF05  | Tuloilma Liiketila 4                | Supply air  |          | ■     |
| TKXXPF00  | Jäteilma TK <sub>xx</sub>           | Exhaust air |          | ■     |
| TKXXPF01  | Poistoilma TK <sub>xx</sub>         | Extract air |          | ■     |
| TKXXPF02  | Likainen ilma TK <sub>xx</sub>      | Exhaust air |          | ■     |
| TKXXTF00  | Ulkoilma TK <sub>xx</sub>           | Outdoor air |          | ■     |
| TKXXTF01  | Tuloilma TK <sub>xx</sub>           | Supply air  |          | ■     |
| TKXXVA... | Vanha kanavisto                     | Supply air  |          | ■     |

KUVA 4. Esimerkki ilmanvaihdon osajärjestelmien jakamisesta

Kaikki komponentit tulee mallintaa niille tarkoitetuilla työkaluilla eli kanavat mallinetaan kanavaobjekteina ja putket putkiobjekteina. Runkoviemäreiden mallinnuksessa huomioidaan myös viemärien kaadot, samaa vaatimusta ei aseteta kerroksissa oleville kylpyhuoneiden viemärihajoituksille eikä perusmuurin ulkopuolisille viemäreille. Kanakkeita ei vaadita mallinnettavaksi YTV2012 mukaisessa mallinnustasossa, mutta asennusvarat tulee kuitenkin huomioida suunnittelutyötä tehdessä. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 22–23.)

Järjestelmiä mallintaessa tulee mallintaa myös eristeet, mahdolliset kustannuksiin merkittävästi vaikuttavat pinnoitusmateriaalit esimerkiksi pellitykset esitetään eristeen attribuutitietona. Muut järjestelmien osat tulee ensisijaisesti mallintaa hyödyntäen tuotevalmistajien omia tuotekirjastoja, joista tuotteet löytyvät oikeilla geometriatiedoilla ja ne sisältävät usein myös tarvittavat painehäviö- ja äänitiedot laskelmien tekoa varten. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 22.)

Palonsammutus- ja erikoisjärjestelmien, esimerkiksi sprinkleri-, savunpoisto- ja sairaalakaasujärjestelmät, merkittävästi tilaa vievät osiot tulee mallintaa, jotta ne voidaan ottaa huomioon muussa suunnittelussa ja törmäystarkasteluissa. Suunnitteluohjelmiston laskentatyökalujen käyttöä ei vaadita erikoisjärjestelmien tietomalleilta eikä se aina edes ole mahdollista. Suunnitteluarvot dokumentoidaan muilla keinoin ja niihin viitataan tietomalliselostuksessa. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 24–25.)

Jos rakennushankkeen tavoitteena on korjaus- tai laajennustoiminta, olemassa olevien LVI-järjestelmien mallinnus ja sen laajuus pitää määritellä jo suunnittelusopimusta tehdessä. Kun olemassa olevia LVI-järjestelmiä mallinnetaan, on niiden merkitseminen MagiCADin status-määreellä vanhaksi tai olemassa olevaksi järjestelmäksi suositeltavaa. Tämä helpottaa kommunikointia muiden hankkeen osapuolien kanssa ja näin olemassa olevat järjestelmät pystytään erottelamaan esimerkiksi massalistoista. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 21.)

### **3.5.1 Tietomalliselostus mallinnusprosessin osana**

Tietomalliselostus on tärkeä osa mallinnusprosessia suunnittelun dokumentoinnin ja kommunikoinnin kannalta. Tietomalliselostukseen kirjataan mallinnetut objektit, mallinnuksen geometriatarkkuus, tietosisältö ja julkaistun tietomallin käyttötarkoitus. Selostuksessa mainitaan lisäksi mallinnukseen käytetty suunnitteluohjelmisto ja sen käytetty versionumero (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 8). Tietomalliselostus päivitetään ja julkaistaan aina tietomallin julkaisun yhteydessä, jolloin sen avulla voidaan seurata mallinnustyön etenemistä. Tietomalliselostuksen nimestä tulee selvitä, minkä suunnittelualan tietomalliin sillä viitataan. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 1, Yleinen osuus 2012, 9–10.)

Tietomalliselostuksessa tulee kertoa myös asiat, joita ei ole mallinnettu tai joita ei ylipäätään mallinneta. Tällaisia asioita voivat olla esimerkiksi IV-koneiden lämmityspatterien sekoitusryhmät, joiden tarvittava tietosisältö esitetään usein kaukolämmön kytkentäkaaviossa. Erityisesti tietomallin käyttötarkoituksen merkitseminen on kommunikaation kannalta oleellista, jotta hankkeen muut osapuolet tietävät mihin tarkoitukseen kyseinen tietomallin versio on tarkoitettu ja onko esimerkiksi jotkin mallin osa-alueet vielä

keskeneräisiä. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 8.)

### 3.5.2 Mallipohjainen reikävaraussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa, yleensä urakalaskentakuvien teon jälkeen, LVI-suunnittelija mallintaa järjestelmien vaatimat reikävaraukset, joista luodaan oma vain reikävaraukset sisältävä IFC-malli. Reikävaraukset jaetaan kerroskohtaisiin malleihin samalla periaatteella kuin rakennesuunnittelija yleensä jakaa mallinsa eli jokainen kerros sisältää kerroksessa sijaitsevat kantavat seinät sekä niiden yläpuolella olevan laastaton. Reikävaraukset mallinnetaan kooltaan ja sijainniltaan todellisuutta vastaaviksi absoluuttiseen korkoon. Varauksia tehdessä on tärkeää, että talotekniset järjestelmät ovat mallinnettu myös todellisiin sijainteihinsa, jolloin mallia voidaan käyttää referenssinä reikävarauksia tehdessä eikä korkoja tarvitse enää miettiä alusta alkaen uudestaan. Myöhemmin voidaan myös törmäystarkastuksin todentaa, että reikävaraukset ovat oikeilla paikoilla. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 36–37.)

Rakennesuunnittelijan työn helpottamiseksi reikävarausobjektit tulee mallintaa hieman paksumpina kuin niiden läpäisemät rakenteet. Jokaiseen reikävaraukseen merkitään attribuuttitietona suunnittelualan lyhenteellä, mihin suunnittelualaan kyseinen reikävaraus liittyy (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 37). Sewatek-läpivientejä käytettäessä niiden vaatimat varaukset mallinnetaan projekti-kohtaisen ohjeistuksen mukaan tai asiasta sovitaan rakennesuunnittelijan kanssa. MagiCADissa reikävaraukset voidaan mallintaa Provision for Voids -työkalulla.

Rakennesuunnittelija käy läpi LVI-suunnittelijan toimittaman reikävarausmallin ja tarvittaessa kommentoi mahdollisista reikävarausten muutostarpeista. Reikävarausten kommentointi voidaan hoitaa esimerkiksi Tekla Structuresilla xsr-tiedostolla, jolloin kommentit saadaan siirrettyä suoraan suunnitteluohjelmistosta toiseen. Jos reikävarauksia tarvitsee muuttaa, muutetaan ensisijaisesti olemassa olevaa reikävarausobjektia eikä tehdä uutta sen tilalle. Tällöin IFC-malliin tulevat uniikit GUID-arvot pysyvät samoina kuin aiemmin. Jos rakennesuunnittelijalla on käytössä Tekla Structures, hän näkee omassa suunnitteluohjelmassaan, että reikävarausta on muutettu eikä varausta tarvitse

hakea uudestaan malliin. Esimerkki reikävaraussuunnittelun yksityiskohtaisesta prosessiohjeesta on kuvattu liitteessä 1. (liite 1, 2–3.)

### **3.5.3 Käyttöönottovaiheessa laadittava toteumamalli**

Jos tarjouspyynnössä on erikseen määritetty, voidaan rakennusaikaisen tietomallin pohjalta tehdä toteumamalli eli ns. as built -malli. Jos toteumamallin teko tilataan, sen tietosisällölle asetetaan samat vaatimukset kuin toteutussuunnitteluvaiheessa luodulle tietomallille. Toteumamalliin päivitetään urakoitsijan käyttämien komponenttien tiedot, jos komponenttien vaihdolla pystytään hyödyttämään esimerkiksi rakennuksen käytönai-kaista ylläpitoa.

Tarvittaessa LVI-urakoitsija toimittaa vaihdettujen komponenttien tiedot suunnittelijalle. Mallin geometriatietojen päivittämiseksi LVI-urakoitsija tekee asennusten pohjalta ns. ”punakynäpiirustukset”, joihin urakoitsija merkkää järjestelmään asennusaikana tehdyt muutokset. Urakoitsijan tekemien piirustusten pohjalta LVI-suunnittelija päivittää tietomallin geometrian vastaamaan toteutuneita asennuksia. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 40–41.)

## **3.6 Mallinnusprosessin laadunvarmistus**

Mallinnusprosessissa suunnitelmissa ilmenevät ongelmat pyritään havaitsemaan aikaisin, jolloin ongelmiin pystytään reagoimaan ja korjaamaan mahdolliset suunnitelmien väliset ristiriidat. Tällöin ristiriitatilanteet eivät jää työmaan ratkottaviksi. Laadunvarmistus tukee osaltaan tätä ongelmatilanteiden havaitsemista. Tietomallin laadunvarmistusprosessilla pyritään parantamaan kunkin suunnittelualan suunnitelmien laatua, ylläpitämään suunnitelmia ja parantamaan hankkeen eri osapuolien välistä tiedonsiirtoa. Kun tietomallin laatu pyritään varmistamaan, pystytään tätä kautta välillisesti parantamaan myös tietomallista tuotettavien tasopiirustusten tasoa. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 6, Laadunvarmistus 2012, 2–4.)

YTV2012 mukaista laadunvarmistusmenetelmää käyttämällä pystytään IFC-mallia hyödyntäen tarkastamaan 40–60 % suunnitelmien sisältämästä tiedosta, kun taas perin-

teisin menetelmin vastaava luku on 5–10 %. Tietomallin laadunvarmistuksessa ei kuitenkaan oteta kantaa suunnittelussa käytettyjen mitoitusarvojen toimivuuteen. Varsinainen tietomallin laadunvarmistus tehdään tilaajan tai tämän palkkaaman konsultin toimesta, joka raportoi mallissa ilmenneet ongelmat suunnittelijoille. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 6, Laadunvarmistus 2012, 3, 10.)

### **3.6.1 Taloteknisen tietomallin tietosisältö**

Yleisiä periaatteita mallin tietosisällöstä ovat esimerkiksi päätelaitteiden, vesipisteiden ja putkistovarusteiden tunnusten merkitseminen malliin samalla tavalla kuin ne on merkitty muihin suunnitteludokumentteihin. Jos haluttua tuotetta ei ole olemassa valmistajan tai ohjelmiston tuotetietokannassa, voidaan käyttää tuotetta, joka vastaa haluttua laitetta. Laitteen oikea malli ja merkki annetaan attribuuttina tuotteelle. Komponenteille, joilla on yksilöllinen tunnus, koodataan tunnukset myös malliin. Tietomallilta vaadittava geometrian tarkkuustaso ja tietosisältö on esitetty komponenttikohtaisesti YTV2012 4. osan 1. liitteessä. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 35.)

### **3.6.2 Törmäys- ja risteilytarkastelu**

LVI-tietomallin laadunvarmistuksen yhtenä työkaluna toimii törmäys- ja risteilytarkastelut, joita suorittamalla pystytään löytämään helposti mahdolliset risteily- ja törmäyskohdat LVI- ja sähköjärjestelmien sekä rakenteiden välillä. Talotekniikan suunnittelijoiden tulee tehdä omatoimisesti järjestelmien törmäystarkasteluja ja sovittaa kaikki TATE-järjestelmät keskenään ennen kuin tietomallit toimitetaan eteenpäin. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 36.)

Kun TATE-järjestelmät on sovitettu keskenään, voidaan niiden yhteensopivuutta tarkastella arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan tietomalleihin (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 36). Samalla selvitetään mahtuvatko suunnitellut järjestelmät niille varattuihin tiloihin. Suunnittelijalla on aina vastuu omien tietomalliensa laadusta (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 6, Laadunvarmistus 2012, 11, 16).

### 3.7 Tietomallipohjainen määrälaskenta

Määrälaskennassa tietomallia hyödynnettäessä kohteen määrälaskennassa, esimerkiksi urakkalaskennassa vertailuhinnan laskemiseksi tai suoraan tuottamalla määräluettelo urakoitsijalle, tulee tämä määritellä tilaajan toimesta jo tarjouspyyntöä tehdessä (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 1, Yleinen osuus 2012, 6). Tämä helpottaa suunnittelijan työtä, kun asia on tiedossa jo heti projektin alkuvaiheilla ja asiaan pystytään kiinnittämään riittävästi huomiota. Esimerkiksi tällöin ELPO-hormeihin tulevat IV-kanavistot ja viemäroinnit pystytään karsimaan määräluettelosta jo etukäteen MagiCADin statusmerkintää hyödyntämällä. Status-määreiden käyttö ja määreillä tehtävät urakkarajaliitteiden mukaiset merkinnät eivät kuitenkaan kuuluu YTV2012 määriteltyyn perustasoon (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu 2012, 39). Lisäksi käyttövesiputkissa urakkahinnan kannalta merkittävät materiaalit, esimerkiksi kromatut kupariputket, voidaan erotella tavallisesta kupariputkesta suoraan mallintamisvaiheessa.

Tietomallista tehty materiaali- ja määrätietolaskelma vähentää urakoitsijan työmäärää, kun määriä ei tarvitse laskea jokaiseen kohteeseen erikseen. Urakoitsijalle urakkalaskennasta aiheutuvat kustannukset pienenevät ja tilaaja saa yhdenmukaisempia urakkarajouksia, joita on helppo vertailla keskenään. Määräluettelon lisäksi suunnittelijan vastuulla on dokumentoida määräluettelon tarkkuustaso tilaajan ohjeistuksen mukaisesti. Laskenta-aineiston kuvaus sisältää maininnan mallin tarkkuustasosta ja mitä asioita ei ole mallinnettu eli mitkä asiat puuttuvat tietomallista luoduista määräluetteloista. Tietomalleista tuotetut määräluettelot ovat usein teoreettisia eivätkä ne sisällä esimerkiksi urakkalaskennassa huomioitavia hukkamääriä. Mallipohja laskenta-aineiston kuvauksesta löytyy tammikuussa 2016 julkaistusta YTV2012 täydentävästä liitteestä: määrälaskennan prosessiohjeistus. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Täydentävä liite, Määrälaskennan prosessiohje 2016, 4–5, 7.)



## 4 MALLINNUSTASOT

### 4.1 Mallinnustasojen yleisiä määritelmiä

RT-kortistosta löytyvän hanketietokortti HT12 mukaisesti suunnittelussa vaadittava mallinnustaso voidaan jakaa kolmeen tasoon. Ensimmäisellä tasolla suunnittelu tehdään täysin 2D-pohjaisesti CAD-ohjelmistolla. Toisella tasolla suunnittelussa hyödynnetään rakennuksesta tuotettavaa 3D-mallia talotekniikan tilantarpeiden ja risteilyjen tarkasteluun, mutta erityisiä vaatimuksia mallin tietosisällölle ei geometriatiedon lisäksi aseteta. Kolmas taso on tietomallipohjainen suunnittelu, jolloin geometriatiedon lisäksi asetetaan mallin tietosisällölle myös muita vaatimuksia. (RT 10-11106 2013, 5.)

LVI-suunnittelussa tietomallintamisen tarkkuustaso pohjautuu pitkälti 2012 julkaistuun Yleiset tietomallivaatimukset -julkaisusarjaan sekä tilaajien omiin ohjeistuksiin. YTV2012:n neljännessä osassa otetaan tarkemmin kantaa talotekniikan järjestelmien mallinnusvaatimuksiin. Tammikuussa 2016 julkaistut talotekniikkasuunnittelua koskevat täydentävät liitteet sisältävät määrälaskennan prosessiohjeistuksen ja talotekniikan hankkeen muille osapuolille asettamia vaatimuksia mallinnukselle. Liitteiden sisältämä ohjeistus pohjautuu Lean-Construction -periaatteisiin, joiden tarkoituksena on ylimääräisen työn karsiminen. Lean-Construction -periaatteiden mukaisesti pyritään tekemään hankkeen kannalta vain tarpeelliset asiat oikea-aikaisesti. (Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Täydentävä liite, Talotekniikan vaatimuksia mallinnukselle 2016, 2.)

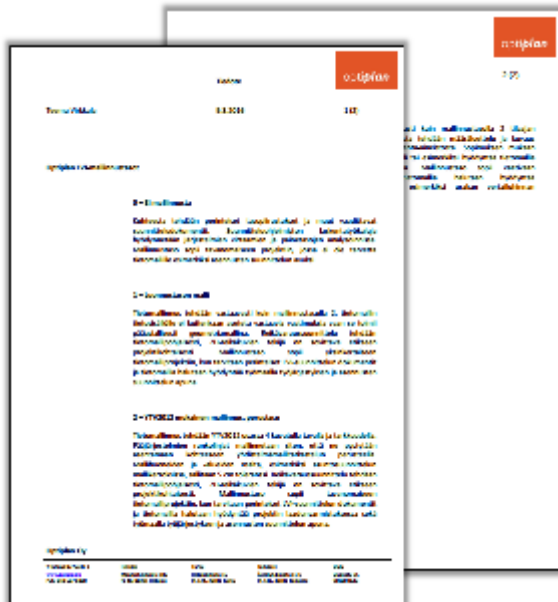
### 4.2 Tietomallinnustasot Optiplan Oy:ssä

Optiplan Oy:ssä eri suunnittelualojen mallinnustasojen tarkempi määrittely oli lähtenyt liikkeelle yrityksen tietomallinuskkehitystiimin aloitteesta. Lähtökohdaksi oli otettu jokaiselle suunnittelualalle määriteltävät neljä yhtenäistä mallinnustasoa. Alustavasti mallinnustasoiksi oli yrityksessä määritelty ns. 0-taso, joka ei sisällä mallinnusta eli perinteisin suunnittelumenetelmin tehtävä hanke. 1-tasoksi oli määritelty luonnosmallitasoinen mallinnus, 2-tasoksi YTV2012 ja 3-tasoksi taas puolestaan ns. erikoistarkka mallinnustaso, jossa pystytään ottamaan huomioon tilaajan erikoistarpeet. Perustasoksi

näistä valittiin 2-taso, johon muita määriteltäviä mallinnustasoja verrataan, kun tarkastellaan mallinnukselta vaadittavaa tietosisältöä ja geometrian tarkkuustasoa.

### 4.3 Mallinnustasojen määrittely

Mallinnustasojen tarkempaa määrittelyä varten kirjoitettiin alustavien tasomääritelmien pohjalta karkeat kuvaukset (KUVA 5). Tarkoituksena oli, että kuvauksia voidaan myöhemmin hyödyntää sopimusasiakirjojen liitteen osana, jossa on asiakkaan kannalta selkeästi ja ytimekkäästi määritelty, minkä tyyppisiin projekteihin kukin tasoista soveltuu ja mitä niihin sisältyy.



KUVA 5. Mallinnustasojen kuvaukset

Kuvauksien kirjoittamisen yhteydessä pohdittiin myös tarkemmin, millaisia asioita kukin mallinnustason tulisi sisältää: esimerkiksi mallinnustarkkuus, tullaanko mallia hyödyntämään määrälaskennassa ja millaista tietosisältöä mallilta vaaditaan. Tasojen määrittelyn alkuvaiheessa heräsi kysymys reikävaraussuunnitteluprosessin toteutuksesta, kun tehdään 0-tason eli asiakkaan ja muiden projektien osapuolien kannalta ei mallinnettava projekti.

Jos putkistoja ja kanavistoja ei piirretä oikeisiin korkoihin, on reikävarausten teko hankalaa, koska samalla joudutaan ratkomaan järjestelmien keskinäisiä risteilyjä ja mietti-

mään asennuskorot. Tästä syntyy helposti tilanne, jossa sama asia suunnitellaan useaan otteeseen eri henkilöiden toimesta, koska tieto ei välity yhtä helposti kuin se välittyisi tilanteessa, jossa reikävaraukset sidotaan natiivimallissa oleviin korkoihin. Pahimmillaan risteilyjä ei edes pystytä enää havaitsemaan riittävässä laajuudessa ja ne tulevat esille vasta työmaaolosuhteissa.

#### **4.3.1 Haastatteluista kerätty aineisto**

Työkokemusta LVI-suunnittelusta haastateltavilla oli 8–26 vuotta ja tietomallihankkeista kokemusta oli noin kymmenestä hankkeesta useisiin kymmeniin. Haastateltavien tietomallihankkeet olivat pääsääntöisesti olleet asuinrakentamisen uudistuotantoa ja toimitalakohteita. Haastateltavat työskentelivät Optiplan Oy:n Tampereen ja Helsingin toimipisteissä. Haastatteluja pidettiin yhteensä neljä kappaletta.

Haastateltavien kokemusten perusteella yleinen mielipide oli, että tietomallihankkeissa risteymätarkastusten teko on helpompaa kuin perinteisissä kohteissa, varsinkin jos arkitekhti- ja rakennemalli ovat ajan tasalla. Haastatteluissa tietomallihankkeiden muiksi hyviksi ominaisuuksiksi mainittiin muun muassa rakennuksen muotojen ja eri koroissa olevien lattiatasojen helpompi hahmottaminen verrattuna 2D-pohjaiseen suunnitteluun. Marttila (2016) korosti haastattelussa hyvin tehdyn ja ajan tasalla olevan rakennemallin merkitystä puurunkoisissa rakennuksissa, joissa tekniikkaa rakenteisiin upotettaessa joudutaan kiinnittämään tavallista enemmän huomiota tukirakenteiden sijainteihin.

Tietomallihankkeissa huonosti sujuneita asioita kartoittaessa Knihtilä (2016) nosti esille mallitarkastukset. Tarkastuksia pidettäessä ei tulisi mennä liiallisuuksiin vaan ne tulisi jaksottaa hankkeen aikataulun kannalta järkevällä tavalla. Mallitarkastusten jälkeen tulee varata riittävästi aikaa, jotta tarkastuksissa havaitut ongelmat saadaan korjattua malleihin ja aikaa jää myös varsinaisen suunnittelutyön jatkamiseen. Jos tarkastuksia pidetään liian usein, tulee koko mallinnusprosessista raskas suunnittelijan näkökulmasta ja suunnittelijan aika kuluu liialliseen raportointiin, tietomalliselosteen päivitykseen sekä IFC-mallien kääntämiseen.

Pessi (2016) nosti haastatteluissa esille myös nykyiseen IFC-mallien kääntämiseen kuluvan ajan, joka on toisaalta suunnitteluun varatusta ajasta itsessään pois. Nykyisin Op-

tiplan Oy:ssä käytettävässä MagiCADin AutoCAD-versiossa aikaa menee jatkuvaan IFC-mallien kääntelyyn, koska suunnitteluohjelmiston tukema 3D-ympäristö on hyvin raskas ja epävakaa IFC-katseluohjelmiin verrattuna.

LVI-suunnittelun mallinnustyön kehittämiseksi Sipilä (2016) ehdotti mallinnusta ohjaavien prosessiohjeiden luomista. Prosessiohjeistuksilla pyritään yhtenäistämään yrityksen toimintatapoja ja vähentämään suunnitteluun kuluva aikaa, kun asioihin löytyy enemmän valmiiksi pureskeltuja ratkaisuja. Yksi tällainen ohjeistus voisi olla esimerkiksi asuinrakentamisen uudistuotannossa luotavan mallikerroksen prosessiohjeistus, jossa kuvataan betonirunkoisen rakennuksen suunnittelussa hyväksi havaitut toimintatavat. Toimintatapojen avulla voidaan kuvata yksityiskohtaisesti mallikerroksen suunnittelu-prosessi Sewatek-elementtien sijoitusperiaatteista aina taipuisien muoviputkien mallinnusohjeisiin.

Yrityksen henkilöstöltä saatavat kommentit ja palaute nähtiin yrityksen osalta tärkeänä osana mallinnustasojen määrittelyä. Henkilöstöllä on kuitenkin paras tieto siitä, kuinka tietomallinnusprojekteissa asiat nykyään käytännössä hoituvat ja paljonko esimerkiksi aikaa kuluu enemmän, jos mallintamisen tarkkuutta lähdetään nostamaan YTV2012-tasosta.

#### **4.3.2 Mallinnustasojen kuvaaminen**

Lähtökohtana mallinnustasojen kuvauksissa toimi YTV2012-julkaisusarjassa määritetty mallinnustaso ja ajatus yhdestä yhtenäisestä suunnitteluprosessista, jota pystytään käyttämään mallinnustasosta riippumatta. Suunnittelun kannalta on helpompaa opetella yksi yhtenäinen prosessi, jota pystytään hiomaan jatkuvasti kuin yrittää ylläpitää neljää erilaista suunnitteluprosessia, joita ei välttämättä edes koko yrityksen henkilökunta hallitse. Yhtenäisen suunnitteluprosessin lisäksi suunnitteluprosessissa syntyvän tiedon dokumentointi ja kuvaaminen riittävällä tarkkuudella on tärkeää. Tällöin tieto välittyy hankkeen eri osapuolien välillä, mikä puolestaan helpottaa kaikkien hankkeessa olevien työtä.

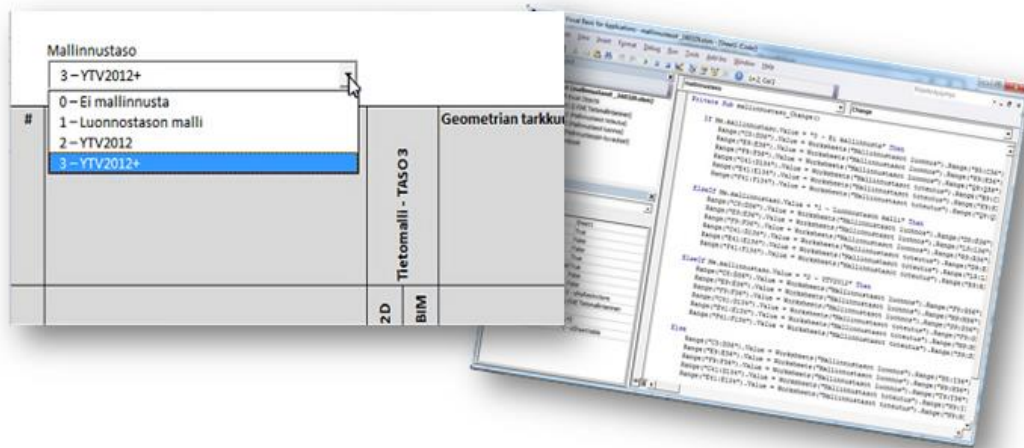
Tehtyjen mallinnustasokuvauksien ja vastaavien LVI-suunnittelijoiden haastattelujen pohjalta tehtiin YTV2012 4. osan 1. liitteen ulkoasua mukaileva Excel-taulukko (KU-

VA 6), johon listattiin komponenttikohtaisesti kullakin mallinnustasolla vaadittu geometrian tarkkuustaso sekä mallilta vaadittava tietosisältö. Excel-taulukosta saatavien tulosteiden tulostamisen helpottamiseksi luotiin Excelistä löytyvällä VBA-ohjelmointikielellä alaspudotusvalikko, jolla saadaan valittua haluttu mallinnustaso (KUVA 7).

The image shows two overlapping Excel spreadsheets. The left spreadsheet is titled 'UPEX' and contains a large table with multiple columns and rows, including headers and data. The right spreadsheet is partially visible behind it, showing a similar table structure. Both spreadsheets appear to be data tables with various columns and rows, likely representing the output of a VBA macro for selecting a modeling level.

KUVA 6. Mallinnustasoista luotu Excel-taulukko

Mallinnustason valinnan jälkeen lomakkeelle kopioidaan tarvittavat tiedot Excel-tiedoston taulukosta, jolle on määritelty kaikkien mallinnustasojen tiedot. Tulosteiden teon lisäksi tämä helpottaa myös taulukon päivittämistä. Kaikki mallinnustasoihin tehtävät lisäykset tehdään yhteen taulukkoon ja tulostettavan lomakkeen ulkoasu päivitetään vain Excel-tiedoston ensimmäiseen taulukkoon, jolloin ulkoasu päivittyy automaattisesti kaikkiin taulukosta saataviin tulosteisiin.



KUVA 7. Mallinnustason valinta

Mallinnustasoja kuvatessa korostettiin suunnitteluprosessin laadunvarmistusta ja Lean-ajattelutapaa. Tämä näkyy esimerkiksi 0-tason mallivaatimusten määritelmässä, joille asetettiin käytännössä runkoputkistojen ja -kanavistojen osalta samat vaatimukset kuin YTV2012:ssa määritellyssä tasossa. Erona on se, ettei natiivimallista tuoteta varsinaista tietomallia tilaajan käyttöön, eikä järjestelmiä pystytä vertailemaan arkkitehti- ja rakennemalleihin. Kun runkoputkistot ja -kanavistot asetetaan lähtökohtaisesti oikeisiin sijainteihin, niin xy-suunnassa kuin korkeussuunnassa, ne palvelevat myöhemmässä vaiheessa reikävaraussuunnittelun tarpeita.

Lisäksi tällä menettelytavalla saadaan tallennettua kaikki oleellinen suunnittelutieto natiivimalliin. Kohteen suunnitteluun on helpompi liittää hankkeen ulkopuolisia ihmisiä mukaan, jos jostain syystä esimerkiksi kohteen LVI-suunnittelija vaihtuu, alkuperäinen suunnittelija tarvitsee lisää apua muilta yrityksen työntekijöiltä tai yritykseen tulee uusi työntekijä. Tällä menettelytavalla pyritään välttämään useaan kertaan tehtävää työtä, tekniikan keskinäisiä risteilyjä pyritään karsimaan ja tilantarpeiden riittävydestä pystytään varmistua.

Yleissuunnittelun kannalta kaikilla mallinnustasoilla vaadittu tarkkuustaso on käytännössä samanlainen, koska yleissuunnittelussa pyritään pääasiallisesti kartoittamaan LVI-järjestelmien tilan tarpeet ja pääreittien sijainnit. Yleissuunnitteluvaiheessa ei myöskään aseteta tuotetun tietomallin tietosisällölle oikean geometriatiedon lisäksi muita vaatimuksia, koska mallia käytetään tässä vaiheessa vain karkeaan reittitarkasteluun.

Suurimmat erot tasojen välillä yleissuunnitteluvaiheessa tulevat siinä ettei 0-tasolla tuoteta ollenkaan IFC-mallia kuten muilla mallinnustasoilla. Mallinnustasolla 1 puolestaan on kevennetty huippuimurien ja ulospuhallushajoittajien mallintamista, näiden sijainnit voidaan ilmaista kanavistolla. Jos kyseessä on sijoituksen kannalta hankala paikka, voidaan huippuimurit ja ulospuhallushajoittajat tietysti mallintaa, jotta pystytään varmistamaan niiden mahtumisesta annettuun tilaan. 3-tasolla puolestaan on otettu piha-alueen ja perusmuurin sisäisten erotuskaivojen arvioidun tilavarauksen mallintaminen mukaan yleissuunnitteluun. Tällöin tieto saadaan suoraan tietomalliin kiinni eikä niitä tarvitse välttämättä tarkastella erillisistä tasopiirustuksista.

Toteutussuunnitteluvaiheessa kaikilla tasoilla pätee edelleen samat geometrian tarkkuusvaatimukset, mutta mallinnettavien komponenttien määrää on säädetty tasosta riippuen. Esimerkiksi 1-tasolla on lähtökohtaisena ajatuksena ollut, että tämän tason mallia voidaan hyödyntää työmaalla asennusten apuna karkeana geometriamallina, jolla pyritään tarkastelemaan pääasiallisesti runkoputkistojen ja kanavistojen reittejä. Tämän vuoksi mallista on karsittu ilmanpoistimet, suodattimet, huippuimurit, ulospuhallushajoittajat, puhdistusluukut ja tarkastuskaivot. Edellä mainitut asiat tulee kuitenkin ottaa huomioon suunnittelussa ja esittää perinteisissä tasopiirustuksissa.

3-tasolla puolestaan ajatuksena on ollut tietomallin parempi huomioiminen määräluetteloiden teossa ja järjestelmien kokonaisvaltainen havainnollistaminen, jolloin asennukset pystytään pitkälti tekemään mallin pohjalta. Tasolla tietomalliin on otettu 2-tasosta poiketen mukaan kaikki paisunta-astiat ja nestetankit eikä ainoastaan yli 100 dm<sup>3</sup> säiliöt ja tankit. Tällöin säiliöt ja tankit saadaan suoraan vietyä tietomallista tuotettavaan määräluetteloon. Samalla mukaan on otettu piha-alueen tekniikan mallintaminen. 3-tasolla myös voidaan lähtökohtaisesti erotella ELPO-hormit ja mahdollisten kylpyhuoneelementtien tekniikka status-määreillä, jolloin ne saadaan jätettyä pois määräluettelosta.

## 5 POHDINTA

Työssä tehtyjen mallinnustasomääritelmien kautta saatiin luotua Optiplan Oy:lle hyvä lähtökohta LVI-suunnittelun sekä muiden suunnittelualojen mallinnustasojen tarkempaa määrittelyä varten. Työn tuloksena syntyi yritykselle mallinnustasojen määritelmien lisäksi helposti muokattavissa ja päivitettävissä oleva Excel-taulukko, jota pystytään jatkokehityksen myötä hyödyntämään tulevien hankkeiden sopimusasiakirjojen liitteenä ja suunnittelutyön tukena.

Mallinnustasojen tarkempi määrittely varmasti helpottaa suunnittelutyön hinnoittelua, kun voidaan yksiselitteisesti määritellä mallinnustyön sisältö eikä siihen jätetä tulkinvaraa. Tämä aiheuttaa puolestaan projektin edetessä vähemmän tilanteita, joissa tilaajan ja suunnittelijan välillä syntyy erimielisyyksiä sovitusta tietomallin sisällöstä. Lisäksi, mitä paremmin useammassa projekteissa tuotetut mallit ja asiakirjat vastaavat tietosisällöltään sekä geometrialtaan toisiaan, sitä tarkempaa tietoa saadaan uusien hankkeiden hinnoittelun pohjaksi.

Vaikka hanketta ei haluttaisi mallinnettavaksi tilaajan tarpeesta, tulee kuitenkin suunnittelutoimiston oman laadunvarmistuksen vuoksi kaikki tekniikan kannalta merkittävät tilat ja kerrokset, kuten LJH, IVKH ja järjestelmien päälinjat, mallintaa geometrialtaan YTV2012 4. osassa kuvatulla tavalla. Esimerkiksi järjestelmien runkolinjoja mallinnettaessa huomioidaan korkeusasema ja muut tekniikka. Tällöin pystytään varmistumaan suunnitelmien toteutuskelpoisuudesta ja reklamaatiotilanteessa pystytään helposti tarkistamaan, ovatko ongelmat johtuneet suunnitelmista vai jostain muusta asiasta.

Laadunvarmistuksen kannalta on tärkeää, että asiat ovat dokumentoitu johdonmukaisella tavalla. Mitä paremmin suunnitteluprosessin aikana syntynyt suunnittelutieto dokumentoidaan, sitä parempi lopputuote syntyy ja prosessin kokonaisvaltainen hallinta on helpompaa. Paremmalla dokumentaatiolla saadaan vähennettyä reikävarausprosessiin kuluvaa aikaa ja risteilyjen määrää, joka puolestaan vähentää työmaa-aikaisia ongelmia ja tätä kautta vastaavan LVI-suunnittelijan työmäärää työmaan aikana.

Ensimmäisenä jatkokehitys toimenpiteenä opinnäytetyössä luodut mallinnustasot tulisi sovittaa yhteen muiden suunnittelualojen tasojen kanssa näiden valmistuttua, jotta jo-



kaisella mallinnustasolla voidaan varmistua LVI-suunnitteluun tarvittavien lähtötietojen saatavuudesta. Tilaajan kannalta on myös tärkeää, että jokainen mallinnustaso muodostaa yhden loogisen kokonaisuuden, joka vastaa haluttua tarvetta. Mallinnustasojen määrittelyn lisäksi pitäisi luoda myös yhteistyössä LVI-suunnittelijoiden ja -piirtäjien kanssa yleisiä prosessiohjeistuksia, jotta saadaan oikeasti luotua kaikilla mallinnustasoilla noudatettava yksi yhtenäinen suunnitteluprosessi.

Mallinnustasojen jatkokehityksessä tulisi myös tutkia tasojen kustannuseroja toteutuneiden hankkeiden perusteella ja täsmentää tasoja kokemusten karttuessa. Kustannuseroja tutkimalla pystytään osoittamaan tilaajalle konkreettiset hyödyt esimerkiksi suunnitelmien kustannustehokkuudesta ja mahdollisista säästöistä, kun tuotetaan vain tarvittava määrä tietoa. Tilaajan kannalta äärimmäisen tarkka tietomalli ei välttämättä palvele tarkoitustaan, jos sitä lopulta hyödynnetään vain karkeaan asennusjärjestyksen määrittelyyn. Samaan lopputulokseen päästäisiin karkeammalla mallilla, joka puolestaan säästää suunnittelukustannuksia. Lisäksi kustannuseroja tutkimalla pystytään määrittämään eroavatko tasot toisistaan riittävästi rahallisesti, jotta niiden ylläpitäminen on järkevää vai tulisiko esimerkiksi jotkut tasoista yhdistää yhdeksi ratkaisuksi.

Mallintamistyön sujuvoittamista varten tulisi tutkia MagiCADin Revit-version soveltuvuutta yrityksen uudeksi suunnitteluohjelmistoksi kehitysprojektin muodossa. Projektissa tulisi kartoittaa, löytyykö ohjelmistosta kaikki suunnittelutyöhön tarvittavat työkalut sekä niiden toiminta. Kehitysprojektin jälkeen voidaan tehdä pilottiprojekti, jotta nähdään soveltuuko kyseinen ohjelmisto paremmin yrityksen LVI-suunnittelun tietomallihankkeisiin ja kuinka sujuvaa työskentely on useamman hengen suunnitteluporukalla. Revit-versio tukee muun muassa IFC-mallien referenssinä käyttämistä suunnittelussa, mikä puoltaa IFC-mallien kääntämisen vähenemistä.

## LÄHTEET

D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2011. Ympäristöministeriö. Helsinki

BuildingSMART Finland. 2016a. Standardit. Luettu 6.3.2016.  
<http://www.buildingsmart.fi/5>

BuildingSMART Finland. 2016b. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Luettu 6.3.2016.  
<http://www.buildingsmart.fi/8>

Grandlund. 2016. Suunnittelun työkalut. Luettu 4.4.2016.  
<http://www.granlund.fi/ohjelmistot/roomex/>

Knihtilä, A. LVI-suunnittelija. 2016. Haastattelu 23.3.2016. Haastattelija Virkkala, T. Tampere.

Lean Enterprise Institute. 2016a. A Brief History of Lean. Luettu 14.3.2016  
<http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>

Lean Enterprise Institute. 2016b. Principles of Lean. Luettu 14.3.2016  
<http://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>

Marttila, J. Tiiminvetäjä. 2016. Lync-haastattelu 30.3.2016. Haastattelija Virkkala, T.

NCC Oy. 2016. Neljä painopistealuetta. Luettu 14.3.2016.  
<http://www.ncc.fi/kestava-kehitys/ymparistovastuu/nelja-painopistealuetta/>

Optiplan Oy. 2016a. Kokonaissuunnittelu. Luettu 7.3.2016.  
[http://www.optiplan.fi/tekemisen\\_tapa/kokonaissuunnittelu/fi\\_FI/kokonaisuunnittelu%20/](http://www.optiplan.fi/tekemisen_tapa/kokonaissuunnittelu/fi_FI/kokonaisuunnittelu%20/)

Optiplan Oy. 2016b. Tietoa Optiplanista. Luettu 14.3.2016.  
[http://www.optiplan.fi/tietoa\\_optiplanista/fi\\_FI/tietoa\\_optiplanista/](http://www.optiplan.fi/tietoa_optiplanista/fi_FI/tietoa_optiplanista/)

Pessi, P. Toimialajohtaja. 2016. Haastattelu 21.3.2016. Haastattelija Virkkala, T. Tampere.

Progman Oy. 2016. Building Information Modelling at its best. Luettu 17.3.2016  
<http://www.magicad.com/en/content/building-information-modelling-its-best>

RIL. 2016. Tietomallinnus. Luettu 6.3.2016.  
<http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>

RT 10-10992 Tietomallinnettava rakennushanke. 2010. Rakennustieto Oy. Helsinki

RT 10-11106 Hanketietokortti HT12. 2013. Rakennustieto Oy. Helsinki

Sandberg, E. (toim.) 2014. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.

Sipilä, H. Tiiminvetäjä. 2016. Lync-haastattelu 29.3.2016. Haastattelija Virkkala, T.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 1, Yleinen osuus. 2012. BuildingSMART Finland. Helsinki

Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 4, Talotekninen suunnittelu. 2012. BuildingSMART Finland. Helsinki

Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 6, Laadunvarmistus. 2012. BuildingSMART Finland. Helsinki

Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Täydentävä liite, Määrälaskennan prosessiohje. 2016. BuildingSMART Finland. Helsinki

Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Täydentävä liite, Talotekniikan vaatimuksia mallinnukselle. 2016. BuildingSMART Finland. Helsinki

## LIITTEET

### Liite 1. Reikävaraussuunnittelun prosessiohje

1(6)

Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Täydentävä liite, Talotekniikan vaatimuksia mallinnukselle. 2016. BuildingSMART Finland. Helsinki

11

#### 4 TATE-reikävaraukset

| TATE-reikävaraukset   |
|---|
| <p>Prosessikuvaus, Yleissuunnittelu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pidetään suunnitteluorganisaation välinen palaveri, jossa RAK esittelee kohteen erikoispiirteet sekä runkorakennevaihtoehdot, esim. suojaetäisyydet seinien ylä-/alareunoista, palkeista, pilareista ja konsoleista.</li> <li>• Tarvittaessa rakennesuunnittelijan avustaminen esim. systeemirei'ityspäätteen luomisessa.</li> <li>• TATE-rei'itysten ja rakennemallin yhteensovitus tehdään "Yleiset Tietomallivaatimukset 2012" mukaisin menetelmin.</li> </ul>  |
| TATE-reikävaraukset   |
| <p>Prosessikuvaus, Toteutussuunnittelu</p> <p>Tavoite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimittaa rakennesuunnittelijalle reikävarausobjektit (reikävarausehdotukset).</li> <li>• Rakennesuunnittelijalle toimitettavassa materiaalissa tulisi olla kaikki muiden suunnittelualueiden reikävaraus-tarpeet mallinnettuna.</li> </ul> <p>Miksi?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tietomallipohjaisella reikävarausprosessilla saadaan laadukkaampi ja yhteensovitumpi lopputulos kuin perinteisellä reikäpiirustusprosessilla.</li> </ul> <p>Ohjeen soveltuvuus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periaate reikävarausprosessissa: <ul style="list-style-type: none"> <li>- TATE-suunnittelija vastaa siitä, että heidän reikävarausehdotukset sisältävät ohjeen mukaisen paikka- ja tietosisällön ja ovat riittävän kokoisia (eivät liian pieniä, mutta eivät myöskään liian suuria) taloteknisille verkostoille.</li> <li>- TATE-suunnittelija tekee reikävarausehdotuksia rakennesuunnittelijalle.</li> <li>- Rakennesuunnittelija vastaa siitä, onko ehdotettujen reikien teko rakenteellisesti mahdollista ko. rakennukseen.</li> </ul> </li> <li>• Tämä ohje perustuu TATE-sovellusohjelmistoille, joiden toiminta perustuu kerroskohtaiseen suunnitteluun (yksi tiedosto = yksi kerros), esim. Progran MagiCAD (AutoCAD) tai Kymdata CADs.</li> <li>• Ohjeistuksessa reikävarauksien tuottaminen reikävarausobjektein ei koske elementtisuunnittelun roilouksia, kolouksia, yms. yleensä sähkötekniikan vaatimia rei'ityksiä esim. jako- ja kytkentärasioiden sijoitustilaa, niille vaadittua asennustilaa jne. jotka eivät lävistä rakennetta. Projektissa voidaan yhteisesti sopia toisenlaisestakin menettelystä, jolloin työnjako ja tietous valitusta toimintatavasta tulee olla olemassa jo suunnittelutarjousta tehdessä.</li> <li>• Reikämallisuunnittelu on iteratiivinen prosessi RAK- ja TATE-suunnittelijoiden välillä. Yhteistyön merkitys onnistuneelle suoritukselle on erittäin suuri.</li> <li>• Kun kohteessa tarvitaan perinteiset 2D-reikäpiirustukset, tulee niiden tekijä olla sovittuna jo tarjouspyyntöjä laadittaessa.</li> </ul> |

**Lähtötietotarpeet:**

- Rakennemallin valmiusaste: Reikävarausehdotukset tehdään yhteisesti sovittuun rakennemalliversioon. On toivottavaa, että rakennemalli vastaa mahdollisimman läheisesti perusgeometrialtaan sitä, mitä tullaan kohteeseen rakentamaan.  
Jokainen osapuoli tiedostaa sen, että jos esim. urakoitsija muuttaa rakennuksen runkoratkaisun, tulee koko reikävarausmalli tehdä uudelleen.
- Sovitaan pienin tehtävä reikävaraus (jos ei muuta todeta, niin TATE-suunnittelijan toimittamien reikävarausobjektien koot ovat:  $\geq 150$  mm).  
On tiedostettava se, että myös pienempien reikien teko on teknisesti mahdollista. Pienien reikien (esim. yli 30 mm suuremmat) mallinnus suunnittelijoiden toimesta on oletettavasti kokonaistaloudellisempaa kuin työmaan toimesta työmaa-aikana, ja kustannusten siirto työmaalta suunnitteluun voi tuottaa tilaajalle laadukkaamman ja kustannustehokkaamman vaihtoehdon kokonaisuuden kannalta.
- Sovitaan reikien muotoperiaatteet (esim. käytetäänkö jokaiselle putkelle omaa reikää vai yhdistetäänkö putkimattoja yhdeksi isommaksi reikävarausobjektiksi) huomioiden palokatkosuunnitelma.
- TATE-verkostot tulee olla mallinnettuna ja yhteensovitettuna.
- Muiden suunnittelualueiden reikätarpeiden selvitys, kenen toimesta mallinnetaan esim. putkipostijärjestelmien, kiinteiden sairaalalaitteiden, radonjärjestelmien jne. reikätarpeet.
- Julkisivuihin tulevien aukotusten reikätarpeet, toimittaako ne TATE-suunnittelija vai arkkitehti? Tehdäänkö toimitus reikävarausobjekteina vai perinteisin menetelmin?

**Prosessikuvaus:**

1. Selvitetään, kenen toimesta mallinnetaan arkkitehtikuvissa olevat kuilu- ja muut reikätarpeet, joilla on vaikutusta arkkitehtuuriin. Selvitystyön apuna voidaan käyttää tämän prosessikuvauksen yhteydessä olevaa taulukkoa, jossa kerrottu TATE:n toimittamien reikävarauksien laajuus.
2. RAK toimittaa TATE:lle kerroskohtaisesti 3D-dwg-tiedostot. 3D-dwg:t ovat absoluuttisessa korkoasemassa, vastaten ARK-mallin sijoitusta. 3D-dwg:ssä on kerroksen yläpuolinen laatta sekä sitä kantavat rakenteet ja ei-kantavat betonirakenteet. Projektikohtaisesti sovittuna toimitetaan myös IFC-mallit, jos TATE-suunnittelijan yhdistelmämalliohjelmisto ei kykene avaamaan 3D-dwg-tiedostoja
3. TATE mallintaa reikävaraukset käyttäen sovellusohjelmiston ominaisuuksia. Reikävarauksiin merkitään kenelle se kuuluu (tekniikka-alan lyhenteillä). Kaikki tieto tulee olla kiinnitettynä reikävarausobjektiin. Mallinnuksen apuna käytetään yhdistelmämallien tarkasteluun soveltuvaa ohjelmistoa (Navisworks, Solibri, BIM-sight tms.), jotta nähdään visuaalisesti, minne reikävaraukset menevät RAK-mallissa.

4. Reikävaraukset mallinnetaan hieman seinää/laattaa paksumpina (~10-25 mm), jotta ne näkyvät paremmin visuaalisessa tarkastelussa.
5. Reikävarausobjekteista tehdään kerroskohtaiset IFC-tiedostot, jotka toimitetaan rakennesuunnittelijalle. Tavoite on, että IFC-tiedosto sisältää kaikki kerrokseen tulevat reikävaraukset kaikilta suunnittelualoilta.
6. TATE:n toimittamat reikävarausobjektit tulee olla täsmälleen oikeassa paikassa siinä xyz-avaruudessa, jonne reikä halutaan tehtävän, sekä varausobjektin tulee olla rakenteen lävistävän geometrian osalta ulkomitoiltaan oikean kokoisena. Rakennesuunnittelijan on voitava luottaa reikävarauksen sijaintiin – mittaviivoja tms. 2D-piirtotietoa ei toimiteta IFC-tiedoston mukana.
7. Rakennesuunnittelija kommentoi reikävarauksia ja toimittaa TATE:lle xsr-päätteisen tiedoston (jos rakennesuunnittelijalla käytössä Tekla Structures -ohjelmisto). Yhteisesti niin sovittaessa toimitetaan muutosehdotukset myös perinteisin menetelmin (esim. pdf, visualisoinnit, keskinäinen palaveri)
8. TATE avaa oman sovellusohjelman toiminnoilla xsr-tiedoston ja toimii rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti. TATE siirtää/muuttaa reikämitat mahdollisuuksin mukaisesti toivottuihin sijainteihin oman sovellusohjelman natiivimallissa.
9. Kun RAK kommentit on läpikäyty ja korjattu natiivimalliin, tehdään uudet IFC:t ja toimitetaan ne RAKille. IFC-tiedostojen nimiä ei muuteta eri lähetyksissä.
10. Jos sovellusohjelmissa on yhteistyöominaisuuksia tiedonsiirtoon tai -jakamiseen (esim. suojatut pilvipalvelut), niin niiden käyttö on sallittu.
11. Tätä prosessia jatketaan niin kauan, kunnes reikävaraukset ovat hyväksytyjä rakennesuunnittelijan ja TATE-suunnittelijan toimesta.

#### Huomiot:

- On tärkeää, että objektien GUIDit säilyvät, kun TATE muuttaa reikävarausobjektien kokoa/sijaintia. Toimintatapa muutoksille on se, että TATE muokkaa olemassa olevaa reikävarausobjektia eikä poista rakennesuunnittelijan kommentoimaa reikävarausobjektia ja sitten mallinna sitä uudelleen annetun ohjeen mukaisesti. Tämä toimintatapa takaa sen, että rakennesuunnittelija näkee reikävarausobjektin muuttuneena, eikä uutena varauksena.
- TATE-suunnittelijan (tai sovellusohjelman) on huomioitava, että RAK 3D-mallin sisältö voi olla sellainen, että rakennekerrokset on mallinnettu kahtena tai useampana objektina (esim. lattialaatta on kahtena eri objektina; laatta + pintavalu). Tällaisissa tapauksissa TATE toimittaa kuitenkin vain yhden, kaikki rakennekerrokset lävistävän reikävarausobjektin.
- TATE:n on syytä informoida rakennesuunnittelijaa niistä oman suunnittelualan reikätarpeista, joista ei jostain syystä tehdä/toimiteta reikävarausobjekteja. Esimerkkinä kerrokseen päättyvät kuulut, eli kuilureikä ei tarvita lattiatasoon, vaikka ARK-kuvissa on merkitty kuilutarve koko kerroksen alueella.
- Kun käytetään tehdasvalmisteisia läpivientejä, tulee TATE- ja RAK-suunnittelijan yhdessä sopia niiden mallinnus- ja merkitsemistapa.

| Reikävarausmallin toimitussisältö:  |       |   |              |            |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
|---|-------|---|--------------|------------|-----------|-------|---------|--------------|------------|------------|--|--|--|----------|------------|--|---|--|-----|------------|--|---|--|------|------------|--|---|--|-----|------------|--|--|--|------|--|--|--|--|--|------------|--|---|--|-----|------------|--|--------------------------------|--|---------|------------|--|---------------------------------|--|------|------------|--|---|--|-----|
| TATE-suunnittelijan toimittamat reikävarausmallit sisältävät seuraaviin rakenteisiin liittyvät reikäobjektit:   |       |   | Sisältyy     | Ei sisälly |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| Kantavat rakenteet (lävistävät objektit)  |       |   | x            |            |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| Ei-kantavat betonirakenteet (lävistävät objektit)   |       |   | x            |            |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| ARK-kuvissa esitetyt kuilut ja hormit   |       |   | x            |            |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| Tehdasvalmisteiset läpivientiosat ja valmishormielementit   |       |   |              | x          |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| Julkisivuun liittyvät TATE-aukotukset   |       |   | x            |            |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| Kevyiden väliseinien reikävaraukset   |       |   |              | x          |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| Elementtisuunnittelun vaatimat roilot (esim. sähkötekniikan tai KVV-tekniikan vaatimat reititykset asennustiloineen)  |       |   |              | x          |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| Paikallavaletuissa betonirakenteissa olevat roilot (esim. sähkötekniikan tai KVV-tekniikan vaatimat reititykset asennustiloineen)   |       |   | x            |            |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| Muita huomioita:  |       |   |              |            |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| <p>Prosessin aikana tuotettu materiaali</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kerroskohtaiset 3D-dwg-reikävarausmallit (RAK)</li> <li>• Muutoksia vaatineet reikäehdotukset (RAK, xsr-tiedostot)</li> <li>• Kerroskohtaiset reikävarausobjektit (TATE)</li> </ul> <p>Lopputulokset:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TATE-reikävarausobjektit toimitettuna RAKille IFC-formaatissa</li> </ul> <p>Seuraavat vaiheet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mahdollinen 2D-reikäpiirustusten teko</li> </ul> <p>2D-piirustusten tekotapa sovitaan projektikohtaisesti noudattaen esimerkiksi <i>YTV2012 Osa 4, "Talotekninen suunnittelu"</i> / Osa 5, <i>"Rakennesuunnittelu" esitettyjä tapoja.</i></p> <p>Niissä kohteissa ja niiltä osin kuin tarvitaan perinteiset 2D-reikäpiirustukset, tulee niiden tekijä määrittellä tarjouspyyntömateriaalissa.</p> <p>Aikataulu ja tehtävät</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tarvitaan</th> <th>Saatu</th> <th>Sisältö</th> <th>Huomautukset</th> <th>Toimittaja</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>Reikävarauspalaveri, RAK esittelee periaatteet</td> <td></td> <td>RAK/TATE</td> </tr> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>RAK 3D-dwg- (ja/tai IFC-) -mallien toimitus</td> <td></td> <td>RAK</td> </tr> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>Ensimmäiset TATE IFC-tiedostot toimitettuna</td> <td></td> <td>TATE</td> </tr> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>RAK kommentoi xsr -tiedostoilla muutokset reikiin</td> <td></td> <td>RAK</td> </tr> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>Päivitetyt TATE IFC-tiedostot toimitettuna</td> <td></td> <td>TATE</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>IFC-xsr-IFC -proseduuri jatkuu, kunnes rei'ät paikoillaan.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>Hyväksytyjen reikävarausehdotusten konvertointi rakennemallin objekteiksi</td> <td></td> <td>RAK</td> </tr> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>2D-reikäpiirustus pohjien teko</td> <td></td> <td>YTV2012</td> </tr> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>2D-reikäpiirustusten hyväksyntä</td> <td></td> <td>TATE</td> </tr> <tr> <td>pp.kk.vvvv</td> <td></td> <td>2D-reikäpiirustusten jako urakoitsijoille</td> <td></td> <td>RAK</td> </tr> </tbody> </table> |       |   |              |            | Tarvitaan | Saatu | Sisältö | Huomautukset | Toimittaja | pp.kk.vvvv |  | Reikävarauspalaveri, RAK esittelee periaatteet |  | RAK/TATE | pp.kk.vvvv |  | RAK 3D-dwg- (ja/tai IFC-) -mallien toimitus |  | RAK | pp.kk.vvvv |  | Ensimmäiset TATE IFC-tiedostot toimitettuna |  | TATE | pp.kk.vvvv |  | RAK kommentoi xsr -tiedostoilla muutokset reikiin |  | RAK | pp.kk.vvvv |  | Päivitetyt TATE IFC-tiedostot toimitettuna |  | TATE |  |  | IFC-xsr-IFC -proseduuri jatkuu, kunnes rei'ät paikoillaan. |  |  | pp.kk.vvvv |  | Hyväksytyjen reikävarausehdotusten konvertointi rakennemallin objekteiksi |  | RAK | pp.kk.vvvv |  | 2D-reikäpiirustus pohjien teko |  | YTV2012 | pp.kk.vvvv |  | 2D-reikäpiirustusten hyväksyntä |  | TATE | pp.kk.vvvv |  | 2D-reikäpiirustusten jako urakoitsijoille |  | RAK |
| Tarvitaan   | Saatu | Sisältö   | Huomautukset | Toimittaja |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | Reikävarauspalaveri, RAK esittelee periaatteet                            |              | RAK/TATE   |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | RAK 3D-dwg- (ja/tai IFC-) -mallien toimitus                               |              | RAK        |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | Ensimmäiset TATE IFC-tiedostot toimitettuna                               |              | TATE       |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | RAK kommentoi xsr -tiedostoilla muutokset reikiin                         |              | RAK        |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | Päivitetyt TATE IFC-tiedostot toimitettuna                                |              | TATE       |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
|   |       | IFC-xsr-IFC -proseduuri jatkuu, kunnes rei'ät paikoillaan.                |              |            |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | Hyväksytyjen reikävarausehdotusten konvertointi rakennemallin objekteiksi |              | RAK        |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | 2D-reikäpiirustus pohjien teko  |              | YTV2012    |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | 2D-reikäpiirustusten hyväksyntä   |              | TATE       |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |
| pp.kk.vvvv  |       | 2D-reikäpiirustusten jako urakoitsijoille                                 |              | RAK        |           |       |         |              |            |            |  |  |  |          |            |  |   |  |     |            |  |   |  |      |            |  |   |  |     |            |  |  |  |      |  |  |  |  |  |            |  |   |  |     |            |  |                                |  |         |            |  |                                 |  |      |            |  |   |  |     |

## 4.1 Peruskorjauskohteet

| TATE-reikävaraukset   |
|---|
| Peruskorjauskohteiden erikoispiirteitä  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peruskorjauskohteiden reikäkuvaprosessi riippuu paljon työn laajuudesta ja siitä, mitä rakennesuunnittelija ja arkkitehti mallintavat. Reikävarausobjektien oikea sijainti peruskorjauskohteessa on abstrakti käsite, sillä suunnittelijoilla ei ole käytössä täsmälleen rakennuksen mittojen mukaan tehtyä rakennemallia.</li> <li>• Peruskorjauskohteissa on ymmärrettävä, että vain paikan päällä mitatut ja merkityt reikien sijainnit täyttävät "tarkan" sijainnin kriteerit. Virtuaalisella reikävarausmallilla tai perinteisellä 2D-reikäpiirustusprosessilla ei tällaiseen tarkkuustasoon pystytä pääsemään.</li> <li>• Peruskorjauskohteissa kannattaa aina tehdä analyysi siitä, onko tietomallipohjainen reikäkuvaprosessi järkevin tapa toimia. Yleisesti voidaan todeta, että tietomallipohjainen reikävarausprosessi on toimiva työskentelytapa peruskorjauskohteissa, kun suunnitteluryhmä ja urakoitsija pystyvät keskenään sopimaan mallin tarkkuustasosta ja toimintatavoista ennen kuin reikävarausuunnittelua aloitetaan. Peruskorjauskohteissa on lähes aina muutostarpeita, jos kaikkia rakenteita ei pystytä tarkastamaan ja mallintamaan ennen reikävarausuunnittelun aloittamista.</li> <li>• Peruskorjauskohteissa korostuu urakoitsijan rooli ja asenne reikävarausten tekemisessä ja niiden sijaintien analysoinneissa. Peruskorjauskohteissa vaaditaan läheistä suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden yhteistyötä.</li> <li>• Peruskorjauskohteille ei voida ohjeistaa yhtä oikeaa työtappaa, mutta seuraavassa on lueteltuna erilaisia skenaarioita, joita voidaan käyttää päätöksenteon tukena: <ul style="list-style-type: none"> <li>1. TATE-suunnittelijalla käytössä rakennemalli, jossa olemassa olevat reiät on mallinnettu rakennesuunnittelijan toimesta. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prosessi etenee kuten uudisrakennuksen tietomallipohjainen reikävarausprosessi uusien reikiä osalta.</li> <li>- Rakenteissa olemassa oleviin reikiin ei tehdä reikävarausehdotuksia kun silloin, jos reikää halutaan suurentaa.</li> <li>- Tulee varautua yllätyksiin, joita ilmenee, kun rakennemallissa olemassa olevien reikiä sijainti ei ole yhtenevä todellisen reikiä kanssa tai RAK-mallissa oleva reikä puuttuu rakennuksesta kokonaan.</li> <li>- Tulee varautua siihen, miten toimitaan, kun TATE on mallintanut verkostot olemassa oleviin reikiin ja sen jälkeen tarkastusmittausten tms. toiminnan seurauksena reiän sijainti muuttuu rakennemallissa. Onko tarvetta siirtää TATE-verkostoja uuteen sijaintiin vai voidaanko todeta, että urakoitsija pystyy asentamaan verkostot olemassa olevasta palkkireiästä, vaikka yhdistelmämallista voidaan todeta, että verkostot kulkevat esim. 10 cm reiän vierestä (siis yhdistelmämallitarkastelun perusteella palkin läpi, näkyvän tyhjän reiän vierestä.)</li> </ul> </li> <li>2. TATE-suunnittelijalla ei ole käytössä rakennemallia, mutta arkkitehti on mallintanut kohteen rakenteet. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tulee analysoida, onko tietomallipohjainen reikävarausprosessi mahdollista ja järkevää toteuttaa</li> <li>- On mahdollista, että kaikkia rakenteita ei ole voitu mallintaa arkkitehtimalliin, koska niiden tietoja ei ole ollut olemassa tai ne ovat puutteellisia.</li> <li>- Arkkitehtisovelluksissa ei ole työkaluja reikävaraustiedon käsittelyyn, joten TATE-suunnittelijan tekemiä uusia reikävarausehdotuksia ei voida käyttää kokonaisvaltaisesti hyödyksi.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |



- Reikävarausehdotuksen käsittelijä tulee olla rakenteista vastaava suunnitteluosapuoli.
  - Reikävarauksissa käytetty arkkitehtimalli tulee olla tehty niin, että siinä on vain kantavat rakenteet, ei esim. kevyitä väliseiniä.
  - Jos päätetään toteuttaa tietomallipohjainen reikävarausprosessi, tulee se ohjeistaa projektikohtaisesti eri osapuolille
  - Ei-kantavien rakenteiden reikävarausten teko tulee sopia erikseen suunnittelusopimuksissa
3. Kohteesta on vajavainen RAK-malli (rakennesuunnittelija on mallintanut esim. vain uudet rakenteet, IV-konehuoneet, kuulut jne.) sekä koko rakennuksen kattava ARK-malli
- Tulee analysoida, onko tietomallipohjainen reikäkuvaprosessi järkevää toteuttaa, koska lopputulos on "hybridimalli"
  - Rakennemallin osalta tilanne on kohdan 1 mukainen
  - Arkkitehtimallin alueelta tilanne on kohdan 2 mukainen.
  - Jos päätetään toteuttaa tietomallipohjainen reikävarausprosessi, tulee se ohjeistaa projektikohtaisesti eri osapuolille
4. Kohteesta ei ole olemassa RAK- tai ARK-mallia
- Yleisesti voidaan todeta, että tietomallipohjainen reikävarausprosessi ei tuo juurikaan hyötyä projektille.
  - TATE:n oletettavasti kannattaa edelleen tehdä varausobjektit omalla tietomallisovelluksella, mutta yhteistyö muiden osapuolten kanssa on perinteinen, 2D-piirustus pohjainen.