



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

REVIT-ALOITUSPOHJAN KEHITTÄMINEN JA SUUN- NITTELUTOIMISTON LAA- TUJÄRJESTELMÄN TIETO- MALLINNUSOHJE

TEKIJÄ/T: Lasse Tikkanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusarkkitehtuurin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Lasse Tikkanen	
Työn nimi Revit-aloituspohjan kehittäminen ja suunnittelutoimiston laatujärjestelmän tietomallinnusohje	
Päiväys	30.5.2018
Sivumäärä/Liitteet	32/1
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela, yliopettaja Janne Repo	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räisänen Ky	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räisänen Ky:n tietomallinnusvalmiuksia muokkaamalla aloituspohjaan esiasetuksia toimistossa käytettyyn tietomallinnusohjelmaan, <i>Autodesk Revitiin</i>. Tavoitteena oli myös laatia vanhan laatujärjestelmän osaksi tietomallinnusohjeistus, jonka perusteella voitaisiin laatia yleiset tietomallivaatimukset ja toimiston omat vaatimukset täyttäviä tietomalleja. Lisäksi tavoitteena oli tutkia mallinnusohjelman mahdollisuuksia ja hyötyjä rakennussuunnittelun apuvälineenä ja kuinka sen yritys-kohtaiset asetukset tehostaisivat edelleen tietomallintamisesta saatavia hyötyjä.</p> <p>Työn lähtökohtina olivat rakennussuunnittelua koskevat määräykset, tietomallin yleiset laatuvaatimukset YTV 2012, vanha laatujärjestelmä ja yrityksen omat suunnitteluperiaatteet. Tulosten toimivuutta testattiin tutkimuskohteella, jonka tietomallinnuksessa ilmenneitä ongelmakohtia otettiin huomioon aloituspohjan ja mallinnusohjeiden laadinnassa. Lähdeaineistona käytettiin internetissä suunnittelijoiden välillä käytäviä keskusteluja, haastatteluja, artikkeleita ja ohjelmistovalmistajan ohjeita. Aloituspohjaan lisättiin valikkorakenne sekä näkymä-, tulostus- ja listausasetuksia. Lisäksi luotiin rakennetyyppikirjasto, johon tallennettiin luotuja rakennetyyppejä tulevia hankkeita varten. Toimintamallien ja tapojen yhtenäistämiseksi laadittiin tietomallinnusohje, jossa käsiteltiin vaihe vaiheelta mallinnusprosessin eteneminen ja yksityiskohtaisemmat mallinnusohjeet.</p> <p>Työn tuloksena saatiin laadittua esiasetukset <i>Revit</i>-aloituspohjaan, tietomallinnusohje, rakennekirjastotiedosto sekä muita asetustiedostoja, joita uusi aloituspohja hyödyntää. Tietomallinnusohje täydentää olemassa olevaa laatujärjestelmää, josta se löytyy erillisenä osionaan käytön ja päivittämisen selkeyttämiseksi. Aloituspohjaa voidaan käyttää jokaisen hankkeen mallintamisen lähtökohtana ja sitä voidaan mukauttaa erilaisiin hankkeisiin rakenne-, materiaali- ja objektkirjastojen avulla.</p>	
Avainsanat Laatujärjestelmä, tietomallinnus, Revit-aloituspohja	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Civil and Construction Engineering, Construction Architect			
Author(s) Lasse Tikkanen			
Title of Thesis Development of Revit-Template and Instructions for BIM-Modeling of the Quality System of a Planning Office			
Date	30 May 2018	Pages/Appendices	32/1
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela, Senior Lecturer, Mr Janne Repo, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räsänen Ky			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to develop the BIM-modeling capability of <i>Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räsänen Ky</i> by creating a custom template for BIM-modeling software <i>Autodesk Revit</i>. Additionally, the aim was to create new instructions for BIM-modeling as part of the old quality system. They could serve for creating BIM-models which meet the general requirements and the own requirements set by the company. The aim was to examine the possibilities and benefits of BIM-modeling software as a design utility and how the company specific setups would enhance the benefits of BIM-modeling as well.</p> <p>The starting points were the planning regulations, BIM-model's common quality standards <i>YTV 2012</i>, the present quality system and the own planning principles. The functionality of results was tested by a control project and the challenges that appeared during its modeling were taken into account in the development of <i>Revit-template</i> and BIM-modeling instructions. Discussions on the internet between designers, interviews, articles and software developer's instructions were used as source material. New browser organization was added to the template as well as several view, export and schedule setups. A new structure library file was also created where the created structures were saved for projects in future. BIM-modeling instructions were produced to unify the operating models and practices. Phases of the BIM-modeling process and more detailed modeling instructions can be found in BIM-modeling instructions.</p> <p>As a result of the thesis, a customized <i>Revit-template</i>, BIM-modeling instructions, structure library file and several setup files for template were made. BIM-modeling instructions reinforce the present quality system and is composed as a separate part of it for easier usage and updating. It is possible to use the template as a starting point of every modeling process and when modifying it with structure, material and object libraries it will adapt to every kind of modeling project.</p>			
<p>Keywords Quality system, building information modeling, Revit-template</p>			

ALKUSANAT

Kiitän Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räsänen Ky:tä opinnäytetyön mahdollistamisesta, ohjaavia opettajia ja toimiston työntekijöitä yhteistyöstä projektin aikana.

Kuopiossa 30.5.2018

Lasse Tikkanen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	LAATU TIETOMALLINNUKSESSA	7
2.1	Laadun standardit	7
2.2	Laatujärjestelmä	7
2.3	Yrityksen nykyinen laatujärjestelmä	8
2.4	Tietomallinnuksen laatustandardit	9
2.5	Tietomallinnusohjelmisto suunnittelun apuvälineenä	9
2.6	Revit-aloituspohja	10
3	TIETOMALLINNUSPROSESSI ARKKITEHTISUUNNITTELUN NÄKÖKULMASTA.....	11
3.1	Tietomallinnuksen valmistelu	11
3.2	Tietomallinnuksen vaiheet	11
3.2.1	Vaatus- ja lähtötietomallit	11
3.2.2	Tilamalli.....	14
3.2.3	Rakennusosamalli	15
3.2.4	Ylläpitomalli	18
3.3	Tietomallin laadunvarmistus	18
4	REVIT-ALOITUSPOHJAN JA TIETOMALLINNUSOHJEEN KEHITTÄMINEN	20
4.1	Revit-aloituspohjan kehittäminen	20
4.1.1	Aloituspohjan valikkorakenne	20
4.1.2	Parametrit informaation lähteenä	22
4.1.3	Objektien 2D-näkymät.....	24
4.1.4	DWG-tasojen tulostus.....	25
4.2	Laatujärjestelmän tietomallinnusohje	27
4.3	Rakenne- ja objektikirjastot	27
5	POHDINTAA JA TULOKSET	29
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	30
	LIITE 1: TIETOMALLINNUSOHJE.....	32

1 JOHDANTO

Tietomallintamisesta on tullut nykyaikana rakennussuunnittelun perusedellytys ja varsinkin suurempien hankkeiden tilaajien vaatimuksena on usein hankkeen tietomallintaminen. Tietomalleista saatava informaatiomäärä on paljon suurempi kuin tavanomaisten suunnitelmien. Malleja voidaan hyödyntää kokonaisvaltaisesti projektin eri vaiheissa 2D-dokumenttien tuottamisessa, eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamisessa, kustannus- ja määrälaskelmissa, informaation siirtämisessä ja havainnollistamisessa. Jotta malleista saatava hyöty olisi optimaalinen, tulee mallit rakentaa yhteisten pelisääntöjen mukaan. Tämän vuoksi useat eri rakennusalan toimijat rahoittivat vuosina 2011-2012 COBIM-projektin ja sen tuloksena kehitettiin Yleiset tietomallivaatimukset 2012.

Opinnäytetyöni aiheena on suunnittelutoimiston tietomallinnusvalmiuksien kehittäminen niin, että tuotettavat tietomallit noudattavat sekä *YTV 2012*:n että yrityksen omia periaatteita. Työhön sisältyy näiden ohjeiden mukaisesti toimivan *Autodesk Revit* –mallinnusohjelmiston aloituspohjan tuottaminen sekä vanhan laatujärjestelmän osaksi laaditun tietomallinnusohjeistuksen laatiminen. Aloituspohjaa ja ohjeistusta kehitetään samaan aikaan toimistolta tilatun rivitalohankkeen suunnittelun yhteydessä, jotta ne saadaan vastaamaan mallintamisen todellisia tarpeita. Lisäksi luodaan objekti- ja rakennekirjastot, joita päivittämällä saadaan aloituspohja mukautumaan eri kokoiisiin ja erityyppisiin hankkeisiin. Aihetta käsitellään opinnäytetyössä uudisrakentamisen kannalta ja vain eräistä näkökulmista, joten korjausrakentamiseen soveltuvat ohjeistukset, mallinnusohjelmiston ryhmätyöskentelyominaisuudet ja visualisoinnin työohjeet jätetään työn ulkopuolelle. Myöskään tietomallinnusprosessin johtaminen ja eri suunnittelualojen tietomallien yhteensovittaminen ei sisälly tarkasteltavaan aihealueeseen.

Pohjatietona tulee selvittää, mitä olemassa oleva laatujärjestelmä pitää sisällään ja millä logiikalla järjestelmä on rakennettu, jotta tiedetään mitä kaikkea uuden ohjeistuksen tulee käsittää ja kuinka se voidaan lisätä saumattomasti osaksi vanhaa laatujärjestelmää. Sisältöä lähdetään tuottamaan seuraten *YTV2012*:n ohjeistusta, haastatteleamalla yrityksen työntekijöitä, lukemalla alaa käsitteleviä artikkeleita, tarkastelemalla ohjelmistovalmistajan ohjeita sekä seuraamalla tietomallintamista koskevaa keskustelua internetissä. Aloituspohjaa päivitetään reaaliaikaisesti edellä mainittujen tietojen ja tutkimuskohteessa ilmenneiden tarpeiden pohjalta. Siihen luodaan uusi valikkorakenne, missä eri työvaiheiden näkymät ovat eri suunnitteluvaiheita palvelevassa järjestyksessä. Jokaiselle näkymälle luodaan näkymäasetukset ja pinta-alalaskelmille valmiit pohjanäkymät. Objekteja muokataan palvelemaan paremmin 2d-näkymiä ja kaikille piirustuksille tehdään valmiit tulostuspohjat ja nimiöt. Näiden lisäksi *Revitin dwg-export*-tiedosto muokataan vastaamaan mahdollisimman lähelle toimiston käyttämiä *AutoCAD Ark*:n dwg-tasoja.

2 LAATU TIETOMALLINNUKSESSA

2.1 Laadun standardit

Laatu on hyvin pitkälle juurtuva, filosofinen, mutta samalla myös hyvin arkinen aihe. Jo Aristoteleellä on sanotun olleen laatukäsitykseen näkemyksensä. Hänen mukaansa laatu ilmaisee, miten jokin kohde erottuu toisista kohteista ja miten kohde koetaan hyvänä tai pahana. Näin laatu koetaan myös jokapäiväisessä arjessamme; laatu kuvaa jotain kohteelle ominaista, eritoten sellaista mikä koetaan positiivisena ominaisuutena. (sfs.fi, 2016.) Kuitenkin kun laatua aletaan analysoida tarkemmin, huomataan, ettei aihe ole aivan niin yksiselitteinen. 1900-luvun alussa varsinkin organisaatioiden tehokkuudesta kiinnostuneet asiantuntijat jaottelivat laadun seuraaviin määritelmiin: Tuoteperusteiset määritelmät, tuotantoperusteiset määritelmät, rahalliset arvoperusteiset määritelmät, reaalitaloudelliset arvoperusteiset määritelmät sekä heuristiset ja myyttiset määritelmät. (sfs.fi, 2016.) Tiivistettynä neljä ensimmäistä määritelmää liittyivät jollain tavalla mitattaviin ominaisuuksiin, joita pystyttiin arvioimaan objektiivisesti. Myyttiset määritelmät taas liittyivät ihmisten subjektiivisiin kokemuksiin.

Näin sirpaleiseen laatukäsitteeseen liittyi paljon eriäviä mielipiteitä ja kuitenkin laatu on samaan aikaan yritystoiminnan ja kaupan peruskäsitteitä. Siksi on ollut erittäin tarpeellista saada laadulle aikaiseksi yhteiset standardit. Tähän tarpeeseen on vastattu esimerkiksi ISO 9000 –standardisarjalla, joka on johtava kansainvälinen laadunhallinnan standardisto ja johon myös alan peruskäsitteiden termit ja määritelmät sisältyvät. (sfs.fi, 2016.) ISO 9000 –standardisarjaa on käytetty ohjeena myös tämän opinnäytetyön pohjalla olevaa laatujärjestelmää laadittaessa. (Rakennussuunnittelutoimisto Turunen & Räisänen Ky, 2006.)

2.2 Laatujärjestelmä

Laatujärjestelmällä tarkoitetaan lyhyesti sanottuna yrityksen toimintatapoja. ISO 9000 standardisarjan mukaan laatujärjestelmä tarkoittaa: "Laadunhallinnassa tarvittavien organisaatorakenteiden, menettelyjen, prosessien ja resurssien muodostamaa järjestelmää, jota tarvitaan toteuttamaan laadun hallinta." (mit.jyu.fi, 2005) Laatujärjestelmä koostuu laatupolitiikasta, laadun suunnittelusta, laadunohjauksesta, laadunvarmistuksesta ja laadun parantamisesta. Laatujärjestelmä määrittelee siis mitä pitää olla määritelty, ei kuinka asiat toteutetaan. (mit.jyu.fi, 2005)

Laatujärjestelmä antaa valmiudet yritystoiminnan kokonaisuuden paremmalle hahmottamiselle ja sidosryhmien odotuksien ja tarpeiden löytämiselle. Se lisää asiakkaiden luottamusta, toimeksiantojen hallinnan parantamista, tekee hyvät käytännöt läpinäkyviksi ja mahdollistaa niiden viemisen käyttöön. Tuloksena mahdollistetaan prosessien kehittäminen, jatkuvat parantamisen mekanismit, työn mielekkyyden paraneminen, henkilöstön yhteistyön ja motivaation kasvaminen sekä laadun ja toiminnan kehittäminen. Laatujärjestelmä ehkäisee osaltaan myös inhimillisiä erehdyksiä. (mit.jyu.fi, 2005)

2.3 Yrityksen nykyinen laatujärjestelmä

Toimiston nykyisessä laatujärjestelmässä on kuvattu toimiston toimintatapoja eri tilanteissa ja dokumentteina on tuotettu asikkaille jaeltava laatukäsikirja sekä toimiston sisäiseen käyttöön tukku työ- ja toimintaohjeita. Laatukäsikirja esittelee yrityksen arvomaailmaa ja toimintatapoja laadullisesta näkökulmasta ja demonstroi kuinka toimiston työskentelytavat ehkäisevät ja korjaavat ongelmatilanteita. Työ- ja toimintaohjeissa perehdytään yrityksen sisäisiin toimintamalleihin tarkemmin. Koska tietomallinnusta ei käsitelty yrityksen nykyisessä laatujärjestelmässä aiemmin lainkaan, tehtiin sille sen laajuuden vuoksi kokonaan oma osio aiempien työ- ja toimintaohjeiden jatkoksi samaa esitystapaa noudattaen. Laatujärjestelmän työ- ja toimintaohjeet ovat yrityksen sisäistä tietoa, joten niitä ei julkaista yleisesti saataville.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	3
2. RAKENUSSUUNNITTELUTOIMISTO TURUNEN & RÄISÄNEN KY.....	5
3. LAATUJOHTAMISEN TAVOITE JA SISÄLTÖ	6
3.1 Johtaminen ja vastuu	6
3.2 Laatupolitiikka	7
3.3 Laatujärjestelmä.....	8
3.4 Projektin laatusuunnitelma.....	9
4. LAATUJÄRJESTELMÄN TOIMINTA	10
4.1 Laatujärjestelmän käyttö	10
4.2 Toimivuuden arviointi.....	10
4.3 Kehittäminen	11
5. LAADUNOHJAUKSEN JA – VARMISTUKSEN TOTEUTUS	15
5.1 Yrityksen johtaminen.....	15
5.2 Henkilöressurit.....	15
5.3 Yhteistyökumppanit.....	15
5.4 Markkinointi	16
5.5 Projektin suunnittelu ja ohjaus	16
5.6 Suunnittelun menettelyt.....	16
5.7 Tarveselvitys ja hankesuunnittelu	19
5.8 Luonnos- ja toteutussuunnittelu	19
5.9 Rakennusvaiheen laadunvarmistus	19
5.10 Käyttöönoton ja ylläpidon laadunvarmistus.....	20
5.11 Korjaavat toimenpiteet	20
5.12 Yrityksen johdon osallistuminen projektityöskentelyyn	20
5.13 Projektioorganisaatio.....	21
6. ATK-OHJELMISTOT	24
6.1 Tietokoneavusteinen suunnittelu.....	24
6.2 Laitteet ja ohjelmistot	24
6.3 Laadunvarmistus.....	24

Kuva1. Laatukäsikirjan sisällysluettelo (Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky, 2006.)

2.4 Tietomallinnuksen laatustandardit

ISO 9000 –standardisarjan antaessa yleisiä vaatimuksia laadunhallintajärjestelmälle, on tietomallintamisen laatustandardit tarkemmin määritelty rakennusalan eri tekijöiden vuonna 2011-2012 rahoittaman COBIM-hankkeen toimesta. Hankkeen tuloksena saatiin aikaiseksi Yleiset tietomallivaatimukset 2012. (buildingsmart.fi, 2012.) Se kattaa seuraavat osuudet:

- Yleinen osuus
- Lähtötilanteen mallinnus
- Arkkitehtisuunnittelu
- Talotekninen suunnittelu
- Rakennesuunnittelu
- Laadunvarmistus
- Määrälaskenta
- Havainnollistaminen
- Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
- Energia-analyysit
- Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
- Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

(buildingsmart.fi, 2012.)

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kohtia 3. ja 6., eli tietomallintamista arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta ja tietomallintamisen laadunvarmistusta. Arkkitehtisuunnittelun osio sisältää laatustandardit arkkitehtimallin eri vaiheiden rakennusosien vaatimuksiin, tiedonsiirtoon, tarkkuustasoon, nimeämiseen, tarkistamiseen ja julkaisuun. Laadunvarmistusosio käsittelee vielä tarkemmin mallin tarkistuksia ja käytännön toimintaa laadun varmistamiseksi.

ISO 9000:n, YTV2012:n ja yrityksen omien laatuvaatimusten taustalla tietomallinnuksen laatua määrittelevät EU- ja kansallinen lainsäädäntö, kansalliset asetukset ja RT-kortiston ohjeet.

2.5 Tietomallinnusohjelmisto suunnittelun apuvälineenä

Opinnäytetyön keskeinen työkalu on yhdysvaltalaisen ohjelmistoyrityksen Autodeskin kehittämä Revit-tietomallinnusohjelma, joka julkaistiin alun perin 5. huhtikuuta 2000. Nyt 32. versioonsa ehtinyt *Revit* (*Revit 2019*) on mallinnusväline arkkitehteille, talotekniikkasuunnittelijoille, kaavoittajille ja rakennesuunnittelijoille. Aluksi *Revitistä* julkaistiin jokaiselle suunnittelualalle erilliset versionsa (*Revit MEP*, *Revit Structure* ja *Revit Architecture*) mutta 2013 vuodesta alkaen kaikki erilliset suunnittelukonaisuudet on nivottu yhdeksi tuotteeksi nimeltään *Revit*. (bimboom.blogspot.fi, 2013.)

Charles River Software alkoi kehittämään *Revitiä* vuonna 1997 ideanaan luoda mallinnusohjelma, jolla voidaan luoda täysin parametrinen tietomalli rakennuksesta rakennusteollisuuden käyttöön. (Crotty, 2012.) Tarkoituksena oli mahdollistaa arkkitehdeille ja muille suunnittelijoille rakennuksen suunnittelu ja dokumentointi käyttäen hyväksi kolmiulotteista mallia, joka sisälsi geometrisen tiedon lisäksi muun tarvittavan rakennusta koskevan datan samassa paketissa. Suurin ero muihin mallinnusohjelmiin *Revitissä* oli sen parametristen komponenttien luominen family-editorilla ohjelmointikie- len sijaan ja sen kahteen suuntaan toimiva tiedonsiirto. Tämä mahdollisti koko mallin, näkymien, listausten ja mittojen päivittämisen automaattisesti, kun liikutettiin vaikkapa yhtä seinää. Vallankou- mouksellista oli nimenomaan se, että yhdessä osassa projektia tapahtuvat muutokset päivittyivät automaattisesti kaikkiin projektin osiin. (Bergin, 2012.) Ennen *Revitin* julkaisua Charles River Soft- ware nimettiin uudelleen *Revit Technology Corporationiksi*. *AutoCAD*:stä tunnettu Autodesk osti *Re- vit Technology Corporationin* vuonna 2002 133 miljoonalla dollarilla. (crunchbase.com, 2002.)

Nykyaikainen *Revit* mahdollistaa parametrisen mallinnuksen lisäksi 4D-suunnittelua vaiheiden avulla, projektinhallintaa listaustyökaluilla, kaikkien tarvittavien dokumenttien tuottamisen projektiin sekä kattavat visualisointi- ja renderöintityökalut. Tämän lisäksi muihin lukuisiin ominaisuuksiin ohjel- massa lukeutuu ryhmätyöskentelyominaisuus, jossa moni suunnittelija voi työstää samaan aikaan yhtä mallia. (autodesk.com, 2018.)

2.6 Revit-aloituspohja

Aloituspohja eli *Revit-template* tarkoittaa *Revitiin* valmiiksi asetettuja asetuksia, jotka toimivat tieto- mallinnusprojektien lähtötilanteena. Johtuen ohjelmiston suuresta määrästä eri toimintoja, monet suunnittelijat käyttävät valmiina ostettuja maantieteellisen sijainnin mukaan lokalisoituja aloituspoh- jia, joiden asetukset on tarkoitettu sopivat kunkin maan suunnittelua koskeviin esitystapoihin. Kui- tenkin jos aloituspohjan asetukset asetetaan tarkasti toimiston omia hankkeita palvelevaksi, saadaan suunnittelusta nopeampaa ja kustannustehokkaampaa. Koska ohjelma on suunniteltu raskaaseen ammattilaiskäyttöön, ovat sen muokausmahdollisuudet laajat ja lähestulkoon kaikkia sen ominai- suuksia voi säätää omiin tarpeisiin sopivaksi. Näitä ovat esimerkiksi itse tehtävät projektivalikot, työ- vaiheiden näkymätyypit, piirustustyypikohtaiset piirtoasetukset, objektikohtaiset piirtoasetukset, pinta-ala-näkymät, listaustyökaluasetukset, työskentelynäkymät, ovi- ja ikkunakaaviotyypit, seinä- kaaviotyypit, nimiötyypit, materiaalit, renderöintiasetukset, rakennetyypit, muokattavat parametriset objektit ja projektikohtaiset ja jaetut parametrit, jotka vaikuttavat tiedon jouhevaan välittymiseen mallista sen tarkastelijalle. Lisäksi voidaan määritellä dwg- ja ifc-tulostusasetukset, paperitulostus- asetuksia ja erilaisia automatisoituja toimintoja tietojen tulostumiseksi mallista tulosteille. Näistä mainittakoon esimerkiksi jaettujen parametrien käyttö objektin parametrin arvon siirtämiseksi lis- tauksiin ja tämän listauksen tulostaminen piirustuksiin. (knowledge.autodesk.com, 2018.)

3 TIETOMALLINNUSPROSESSI ARKKITEHTISUUNNITTELUN NÄKÖKULMASTA

3.1 Tietomallinnuksen valmistelu

Tietomallinnusprosessi aloitetaan tietomallintamissuunnitelman laadinnasta, joka pitää sisällään hankekohtaisesti sovittuja asioita, kuten tietomallintamisen tavoitteet, mallien jakeluun käytettävät tiedostomuodot, projektikoordinaatiston, eri tarkkuustasot projektin eri vaiheissa, käytettävät ohjelmistoversiot, käytännöt mallien yhteensovittamiseen ja muut huomionarvoiset asiat, kuten *YTV 2012*:sta poikkeavat toimintatavat. (YTV 2012, osa 11.) Hankkeeseen nimetään tietomallikoordinaattori, joka vastaa tietomallisuunnitelman laadinnasta ja eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamisesta. *YTV 2012*:n mukaisesti arkkitehtimallin tietomallinnus jaetaan viiteen eri vaiheeseen: Terve selvitys-, hankesuunnittelu-, ehdotussuunnittelu-, yleis- ja toteutussuunnittelu- ja ylläpitomalliin. Jokainen malli vastaa eri suunnitteluvaiheiden tarpeisiin ja niiden tarkkuus ja esitettävät asiat tarkentuvat vaiheiden edetessä. (YTV 2012, osa 3.)

Jokaisen mallin yhteyteen laaditaan tietomalliseloste, josta tulee käydä ilmi seuraavat seikat:

- Tietomalliohjeista poikkeavasti mallinnetut rakennusosat
- Mallin rakennetyyppien nimeämiskäytännöt
- Mihin tarkoitukseen malli on julkaistu
- Mallin valmiusaste
- Mallin tekoon käytetty ohjelma ja versio
- Mallin päivämäärä

3.2 Tietomallinnuksen vaiheet

3.2.1 Vaatimus- ja lähtötietomallit

Tarveselvitysvaiheen tietomalli eli vaatimusmallin minimivaatimuksena on rakennuksen tilaohjelma, josta käy ilmi tilojen tarvitsema pinta-ala, käyttäjät ja yhteydet muihin tiloihin. Tämän lisäksi voidaan esittää tilojen sisäilmasto, äänieristys, valaistus, kuormitus, kestävyys, turvallisuus ja laatutaso. Vaatimusmalli voi sisältää tarvittaessa ja sen mahdollista ollessa myös LVI- ja sähköjärjestelmät, kalusteet, varusteet, laitteet, tilan jako-osat ja sisäpuoliset pintarakenteet. Vaatimusmalli poikkeaa muiden vaiheiden tietomalleista siinä mielessä, että siinä ei mallinneta rakennusosia ollenkaan, vaan tiedot löytyvät taulukkomuodossa. Vaatimusmallista saadaan suunnittelun ja kustannuslaskennan lähtötiedot.

VAATIMUSMALLI
<p>Lähtötiedot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tilaajan vaatimukset ja budjetti • tavoitteet.
Mallin sisältö ja vaatimukset katso kohta 6.
<p>Mallista saatavat hyöty:</p> <ul style="list-style-type: none"> • suunnittelun lähtötiedot • kustannuslaskennan lähtötiedot.

Kuva 2. Vaatimusmallin sisältö. (YTV 2012, osa 3.)

Hankesuunnitteluvaiheen tietomalliin eli lähtötietomalliin mallinnetaan olemassa olevat tontin rakennukset sekä maasto saatavilla olevia korkeustietoja noudattaen. Maastomallissa tulee esittää rakennuspaikan ympäristöä eli pihaa, kasvillisuutta, liikenne- ja aluerakenteita. Mikäli hanke on erityisen laajalle alalle levittäytynyt, voi edellä mainitusta poiketa. (YTV 2012, osa 3.)

Lähtötietomallista saadaan tulostettua rakennusosa- ja tilaluettelot sekä rakennuksen inventointitiedot ja laajuustietoja. Siitä nähdään myös suunnittelun lähtötilanne olemassa olevista rakennusosista, tiloista ja rakenteista. Lisäksi siitä voidaan tarkistaa tontin korkomaailma, sitä voidaan hyödyntää asemapiirroksen laadinnassa ja sitä voidaan käyttää visualisointien tekemiseen. (YTV 2012, osa 3.)

LÄHTÖTIETOMALLI		
<p>Lähtötiedot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • olemassa olevat rakennukset ja rakenteet • 2D kuvat ARK, RAK • 3D kuvat ARK, RAK • mittaustulokset • tontin vaaitus. 		
Mallin sisältö ja vaatimukset katso kappale 6.		
<table border="1"> <tr> <td>Huomioitavaa</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Jos malli on jo olemassa, on tutkittava mallin ja mallin tietosisällön siirtyminen käytettävien ohjelmistojen välillä. </td> </tr> </table>	Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Jos malli on jo olemassa, on tutkittava mallin ja mallin tietosisällön siirtyminen käytettävien ohjelmistojen välillä.
Huomioitavaa	<ul style="list-style-type: none"> • Jos malli on jo olemassa, on tutkittava mallin ja mallin tietosisällön siirtyminen käytettävien ohjelmistojen välillä. 	
<p>Mallista saatava hyöty:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rakennusosa- ja tilaluettelot • laajuustietoja • suunnittelun lähtötilanne olemassa olevista rakennusosista, tiloista ja rakenteista • tontin korkomaailma • tontin mallin hyödyntäminen asemapiirroksen laadinnassa • visualisointiaineisto • rakennusten inventointitieto. 		

Kuva 3. Lähtötietomallin sisältö. (YTV 2012, osa 3.)

Kerros	Nimi	Pinta-ala	Huoneisto
03 Autokatos autokatos			
03 Autokatos	LJH	8.5 m ²	autokatos
03 Autokatos	POLKUPYÖRÄK	41.5 m ²	autokatos
03 Autokatos	AT C2	22.5 m ²	autokatos
03 Autokatos	AT C1	22.5 m ²	autokatos
03 Autokatos	AT C3	22.5 m ²	autokatos
autokatos: 5		117.5 m ²	
01 1. krs 3hK72c			
01 1. krs	VH	1.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	WC	2.0 m ²	3hK72c
01 1. krs	MH2	9.0 m ²	3hK72c
01 1. krs	MH1	12.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	SAUNA	2.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	KH	5.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	OH+K+R	28.0 m ²	3hK72c
01 1. krs	ET	8.0 m ²	3hK72c
01 1. krs	VAR.	2.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	VH	1.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	WC	2.0 m ²	3hK72c
01 1. krs	MH2	9.0 m ²	3hK72c
01 1. krs	MH1	12.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	SAUNA	2.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	KH	5.5 m ²	3hK72c
01 1. krs	OH+K+R	28.0 m ²	3hK72c
01 1. krs	ET	8.0 m ²	3hK72c
01 1. krs	VAR.	2.5 m ²	3hK72c
3hK72c: 18		143.0 m ²	
3hK81b			
01 1. krs	MH	13.0 m ²	3hK81b
01 1. krs	OH+K+R	32.0 m ²	3hK81b
01 1. krs	KH/KHH	7.0 m ²	3hK81b
01 1. krs	VAR.	2.5 m ²	3hK81b
01 1. krs	ET	8.0 m ²	3hK81b
01 1. krs	WC	2.5 m ²	3hK81b
01 1. krs	SAUNA	2.5 m ²	3hK81b
01 1. krs	MH1	13.5 m ²	3hK81b
01 1. krs	MH	13.0 m ²	3hK81b
01 1. krs	OH+K+R	32.0 m ²	3hK81b
01 1. krs	KH/KHH	7.0 m ²	3hK81b
01 1. krs	VAR.	2.5 m ²	3hK81b
01 1. krs	ET	8.0 m ²	3hK81b
01 1. krs	WC	2.5 m ²	3hK81b
01 1. krs	SAUNA	2.5 m ²	3hK81b
01 1. krs	MH1	13.5 m ²	3hK81b
3hK81b: 16		162.0 m ²	

Kuva 4. Ote tutkimuskohteen vaatimusmallista (Tikkanen 2018.)

3.2.2 Tilamalli

Ehdotussuunnitteluvaiheen malli eli tilamalli käsittää rakennusosista tilat ja niitä rajaavat seinät. Seinät tulee jakaa ulko- ja väliseiniin, jotte niistä saadaan oikealaista informaatiota esimerkiksi kustannuslaskentaa varten. Suunnittelun apuna tilamallin tehtävänä on toimia luonnostelumallina massoit- telulle, tilojen ryhmittelylle ja sijoittelulle. Tilamallista voidaan tehdä karkeita energiasimulointeja, jolloin siihen tulee mallintaa ikkuna-alueet ja energiatehokkuuteen vaikuttavia vaakapintoja.

Tilamallia käytetään rakennusosien määrä- ja tilaluetteloiden tulostamiseen, laajuustietojen tarkasta- miseen, tilaryhmien jaotteluun, energiasimulointeihin, visualisointeihin ja apuna massoitteeluun ja sijoittamiseen tontille. (YTV 2012, osa 3.)

TILAMALLI
<p>Lahtötiedot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tilaaja • alustava tilaohjelma • energialuokkatavoitteet • RAK • ulkovaipan rakenteiden U-arvot.
<p>Mallin sisältö ja vaatimukset katso kappale 6.</p>
<p>Huomioitavaa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tutkittava mallin ja mallin tietosisällön siirtyminen käytettävien ohjelmistojen välillä • jos mallista ei olla tekemässä simulointeja, ei ikkunoita tarvitse mallintaa.
<p>Mallista saatava hyöty:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rakennusosien määräluettelot • tilaluetteloita suunnittelua varten • laajuustietoja • tilaryhmien jaottelu ja hyötysuhteet • simulointiaineisto, energialuokkatavoitteet • visualisointiaineisto • massoitteelu, sijainti tontilla.

Kuva 5. Tilamallin sisältö. (YTV 2012, osa 3.)

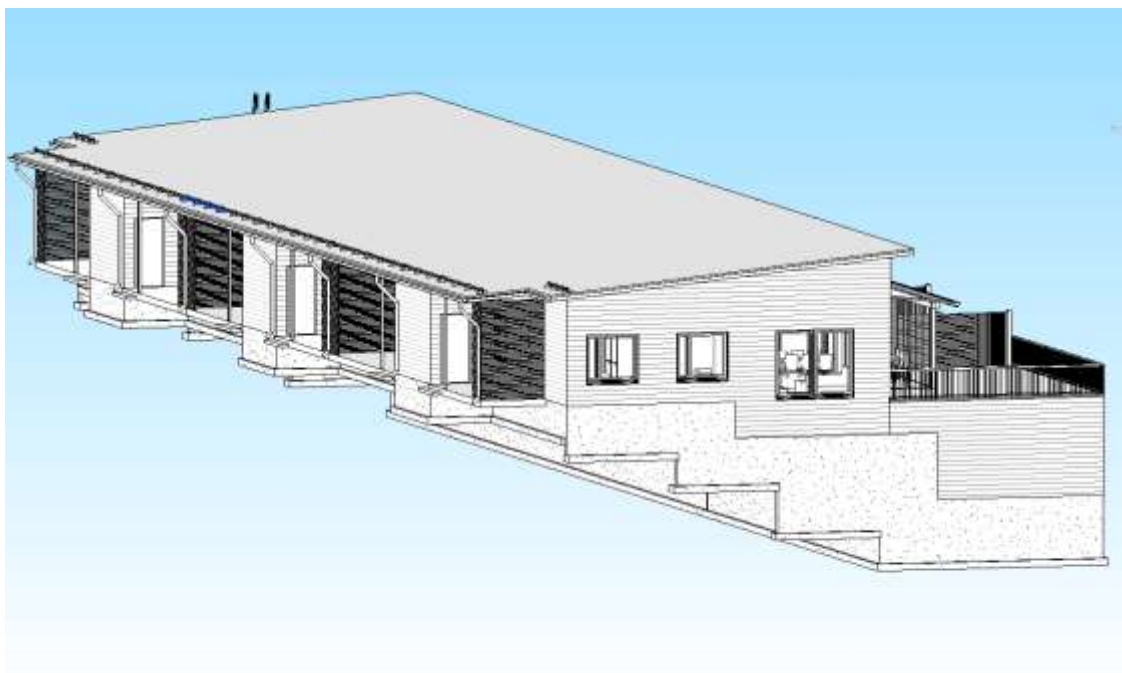
3.2.3 Rakennusosamalli

Yleis- ja toteutussuunniteluvaiheiden mallia sanotaan rakennusosamalliksi. Nimensä mukaisesti rakennusosamallissa tulee mallintaa kaikki rakennusosat ja nimetä ne hankekohtaisen sopimuksen mukaan niin, että niiden listaaminen on mahdollista määrälaskelmia varten. Yleensä tämä tapahtuu TALO 2000:n mukaisesti. Rakennusosamallia käytetään hankkeen dokumenttien tuottamiseen, joten sen tulee olla mittatarkka (YTV 2012, osa 1). Samaa mallia käytetään lupa- ja työpiirustusten tuottamiseen, joten mallia päivitetään ja tarkkuutta parannetaan hankkeen edetessä. Lopullinen rakennusosamalli tehdään urakkalaskenta- tai työpiirustusvaiheessa. Rakenneosat esitetään oikeilla tyyppitiedoilla, mutta ei vielä toimittajan tuotteina, ellei näin erikseen sovita. (YTV 2012, osa 3.)

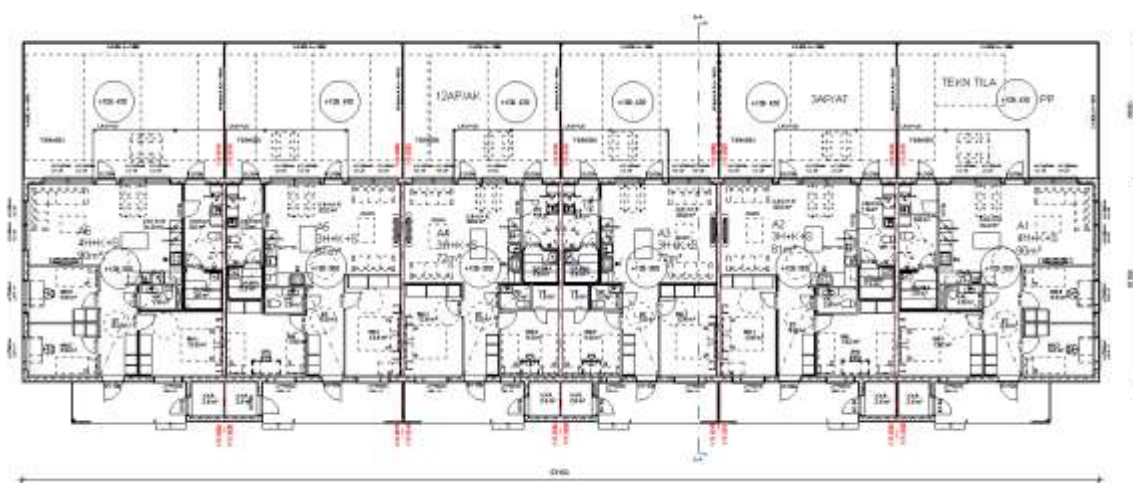
Rakennusosamallista voidaan tuottaa kaikkien rakennusosien määräluettelot, tilaluettelot, laajuustiedot, tilaryhmien jaottelu ja hyötysuhteet, tilojen käyttötarkoitustiedot, simulaatioaineistot, havainnekuvat sekä pää- ja työpiirustukset. (YTV 2012, osa 3.)

RAKENNUSOSAMALLI	
<p>Lähtötiedot:</p> <p>Tilaaaja</p> <ul style="list-style-type: none"> • tilaohjelma • energialuokkatavoitteet <p>RAK</p> <ul style="list-style-type: none"> • ulkovaipan rakenteiden U-arvot • rakennetyypit <p>TATE</p> <ul style="list-style-type: none"> • simulointitulokset • alustavat tilavaatimukset laitteistoille 	
Mallin sisältö ja vaatimukset katso kohta 6.	
<p>Huomioitavaa</p> <ul style="list-style-type: none"> • rakennusosamallista voidaan ensin tehdä alustava versio, jota tarkennetaan suunnittelun edetessä • tutkittava mallin ja mallin tietosisällön siirtyminen käytettävien ohjelmistojen välillä. 	
<p>Mallista saatava hyöty:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rakennusosien määräluettelot (ovi- ja ikkunaluettelot) • tilaluettelot • laajuustietoja • tilaryhmien jaottelu ja hyötysuhteet • tilojen käyttötarkoitukset • simulointiaineisto, energialuokkatavoitteet, visualisointiaineisto • havainnollistavat kuvat 	<p>Tulosteet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pääpiirustukset, työpiirustukset • pohjat • leikkaukset (kaavio) • julkisivut (kaavio) • tarpeelliset detaljikuvat.
<ul style="list-style-type: none"> • työmaan ohjaus • aikataulun ohjaus ja tarkkailu • erikoissuunnittelijoiden suunnitelmien törmäystarkastelu 	

Kuva 6. Rakennusosamallin sisältö. (YTV 2012, osa 3.)



Kuva 7. Tutkimuskohteen rakennusosamallin 3D-aksonometrinen näkymä (Tikkanen 2018.)



Kuva 8. Tutkimuskohteen rakennusosamallista tehty pohjapiirustus (Tikkanen 2018.)

3.2.4 Ylläpitomalli

Ylläpitomalli on valmistuneen rakennuksen tietomalli. Ylläpitomalli päivitetään ajan tasalle rakennuksen valmistuttua ja siihen tehdään ne muutokset, jotka rakentamisen yhteydessä poikkesivat suunnittelumalleista. Ylläpitomalli muokataan toteutussuunnittelumallista vastaamaan rakennuksen ylläpidon vaatimuksia, jotka saattavat poiketa rakentamisajan vaatimuksista huomattavasti. Ylläpitomallista saadaan sama hyöty kuin rakennusvaiheen mallista, mutta siitä suurin saatava hyöty on rakennuksen neliöiden ja kiinteistöhuollon hallinnan apuvälineenä.

YLLÄPITOMALLI / TOTEUMAMALLI
<p>Lähtötiedot:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tehdyt suunnitelmat • toteutunut rakennus
<p>Mallin sisältö ja vaatimukset katso kohta 6.</p>
<p>Huomioitavaa</p> <ul style="list-style-type: none"> • rakennussuunnittelua ja rakentamista palvelevat malli voi olla sisällöltään liian kompleksinen ylläpidon vaatimuksiin nähden • mahdollisesti tehtävä uusi simulointeja ja tilojen hallintaa palveleva yksinkertaistettu malli • tilojen lopulliset positiotunnukset
<p>Mallista saatava hyöty:</p> <ul style="list-style-type: none"> • rakennusosien ja laitteistojen määräluettelot • tilaluettelot • laajuustietoja (esim. vuokrattava pinta-ala) • tilaryhmien jaottelu ja hyötysuhteet • tilojen käyttötarkoitukset • simulointiaineisto, energialuokkatavoitteet • havainnollistavat piirustukset (opasteet, huoltokartat)

Kuva 9. Ylläpitomallin sisältö. (YTV 2012, osa 3.)

3.3 Tietomallin laadunvarmistus

Tietomallin laadunvarmistuksesta on vastuussa pääosin itse suunnittelija. Suunnittelija vastaa, että malli on teknisesti oikein tehty eikä se sisällä sellaisia virheitä, jotka eivät johdu suunnitelmien keskenäisyydestä. Tietomallit voivat olla hyvinkin laajoja, joten suunnitelmien tarkastaminen on hyvä tehdä ennalta määrätyn tarkastuslistan mukaisesti, jotta kaikki virhekohtat huomataan. Pelkästään pohjanäkymien tarkastelu ei ole suositeltavaa, vaan tietomallinnusohjelmiston 3D-näkymiä kannattaa käyttää apuna silmämääräiseen mallintarkastukseen. Mallintarkastuksessa on syytä kiinnittää huomiota ainakin seuraaviin asioihin:

- Tilojen tulee olla rajautuneena toisiin tilakomponentteihin, ympäröiviin seiniin ja alapuolelta laattaan (väli- tai alapohja). Näiden komponenttien avulla voidaan päätellä luotettavasti, vastaako tilan pinta-ala ja tilavuus ympäröiviä rakenteita.
- Päällekkäisyyksiä ei saa olla eikä komponenttien välissä saa olla tyhjää.

Alkuperäismallissa tarkastaminen suoritetaan esimerkiksi valitsemalla tilat 3D-näkymään, jolloin myös tilojen korkeuksista ja korkeusasemista saadaan parempi käsitys. Eri kategorioihin kuuluvien tilojen näyttö eri väreillä helpottaa tarkastamista.

- Ongelmien havaitsemiseen auttaa tilojen analysointi verrattuna kerroksen bruttoalakoponenttiin.
- Lisäksi tulee verrata kerroksien pinta-aloja toisiinsa.
- Yksittäisten tilojen pinta-alojen sekä seinien ja pilareiden pohjapinta-alojen summan tulee olla lähellä bruttoala-komponentin pinta-alaa.
- Tiloja verrataan myös tilaohjelmaan aivan kuten tilamallin tarkastamisen yhteydessä. Tilojen tunnusten ja nimien tulee vastata huoneohjelmaa, koska muuten on hankalaa verrata suunnitelmaa asetettuihin tilavaatimuksiin.
- Rakenneosien nimeäminen tulee tehdä johdonmukaisesti. Tämä tulee varmentaa tarkastelemalla suunnitteluohjelmasta tuotettua IFC-mallia.
- Rakennusosien päällekkäisyydet aiheuttavat virheellisiä tuloksia määrä- ja kustannuslaskennassasekä todennäköisesti ongelmia energialaskennassa. Seinät ja laatat sekä niiden väliset päällekkäisyydet aiheuttavat tyypillisesti eniten ongelmia.
- Pienehköt seinien päällekkäisyydet, esimerkiksi arkkitehtimallin seinien nurkissa voidaan sallia, mikäli niiden vaikutus seinämääriin ei ole suuri.

(YTV 2012, osa 6.)

Mallia tarkastettaessa voidaan käyttää myös erillistä mallintarkastuslomaketta (Kuva 10.), jotta kaikki kohdat tulee varmasti huomioitua.

Paikka:				
Aika:				
Tarkastaja:				
Kohde:				
Versio:				
Version päiväys:				
Arkkitehtimallin tarkastuslomake	Kunnossa	Puutteita	Ei relevantti	Kommentit
Tietomalliselostus				
Malliit sovittuina tiedostoformaateina (IFC ja muut sovitut tiedostot)				
Sovittuja kuvatietoja on käytetty				
Koordinaatisto on sovitun mukainen				
Kerrokset on määritetty				
Rakennusosat ja tilat on määritetty kerroksittain				
Sovitut/vaatimusten mukaiset tilat ja rakennusosat on mallinnettu				
Rakennusosat on mallinnettu oikeilla työkaluilla				
Sovittuja rakennusosatyyppejä on käytetty				
Mallissa ei ole ylimääräisiä rakennusosia				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplarakennusosia				
Mallissa ei ole merkittäviä rakennusosien välisiä leikkauksia				
Bruttoala- ja muut laajuutta kuvaavat komponentit on mallinnettu				
Laajuutta kuvaavien komponenttien nimet ja tyypit ovat sovitun mukaiset				
Sovitunmukaisia tilatunnisteita on käytetty				
Huonetilat vastaavat tilaohjelmaa				
Huonetilat, seinät ja pilarit kattavat kerroksittain bruttoalan				
Tilavaraukset talotekniikalle on tehty				
Tilojen korkeus on mallinnusvaatimusten mukainen				
Tilat kohtaavat ympäröivät seinät ja muut komponentit				
Tiloja ei ole päällekkäin				
Allekirjoitus:				

Kuva 10. Arkkitehtimallin tarkastuslomake. (YTV 2012, osa 6.)

4 REVIT-ALOITUSPOHJAN JA TIETOMALLINNUSOHJEEN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö jakaantui selkeästi kahteen eri osa-alueeseen: Vanhan laatujärjestelmän jatkoksi kirjoitettaviin tietomallinnustyöohjeisiin sekä *Revitin* aloituspohjan tekemiseen. Ensimmäisessä pohjamateriaalina toimi Salla Turusen vuonna 2006 opinnäytetyönä laatima toimiston nykyinen laatujärjestelmä, jonka työohjeiden kirjoitustapaa ja jäsentelyä noudatettiin uusissakin ohjeissa, sekä YTV 2012, jonka standardien mukaisiksi tietomallintaminen ohjeistettiin. Tietomallinnusohjeessa käytettiin apuna myös toimiston henkilökunnan haastatteluista ja visioista siitä, mihin suuntaan tietomallintamista lähdetään viemään. Aloituspohjan laatimisessa käytettiin laajemmin lähinnä internetistä saatavilla olevaa materiaalia liittyen *Revitin* käyttämiseen, opiskeluaikana ja sen ulkopuolella kertynyttä omaa tietotaitoa sekä ohjaavien opettajien asiantuntemusta.

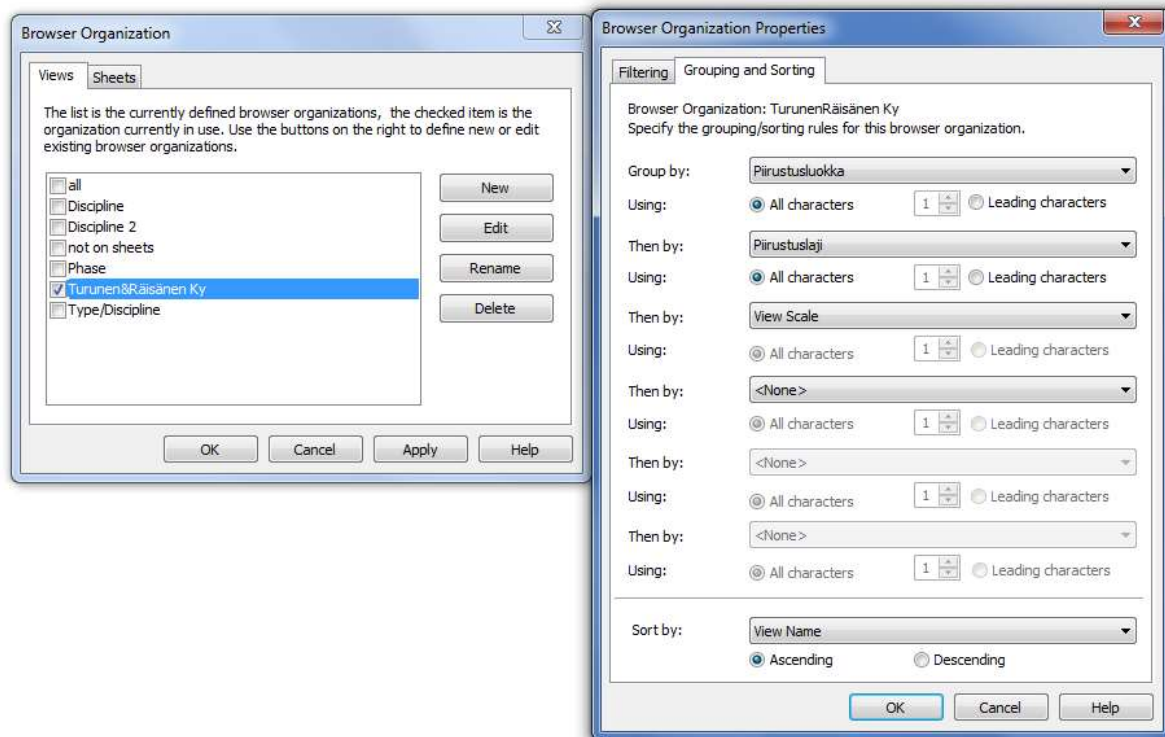
Aloituspohjaa ja tietomallinnusohjetta kehitettiin samaan aikaan toimistolta tilatun rivitalohankkeen suunnittelun yhteydessä, jotta ne saatiin vastaamaan mallintamisen todellisia tarpeita. Lisäksi luotiin objekti- ja rakennekirjastot, joita päivittämällä saadaan aloituspohja mukautumaan erikokoisiin ja erityyppisiin hankkeisiin.

4.1 Revit-aloituspohjan kehittäminen

Uuden Revit-aloituspohjan karkeana alustana käytettiin *ARK-systemsin* lokalisoitua aloituspohjaa, jossa valikkorakenteeseen oli listattu valmiiksi työskentelynäkymiä ja viiva-asetukset olivat joiltain osin käyttökelpoisia. Näkymä- ja listausasetuksia oli lokalisoitua aloituspohjassa myös valmiina, mutta ne eivät vastanneet suurimmaksi osaksi haluttuja asetuksia. Lisäksi dwg-tulostusasetukset eivät vastanneet valmiissa pohjassa toimiston vaatimuksia. Lokalisoitua aloituspohjan tulostuspohjat olivat niin ikään karkeita, mutta niitä voitiin käyttää uuden aloituspohjan alustana. Uuden aloituspohjan tarkempi sisältö on toimiston sisäistä tietoa, joten tässä raportissa käydään läpi vain sen kehittämisen pääkohdat.

4.1.1 Aloituspohjan valikkorakenne

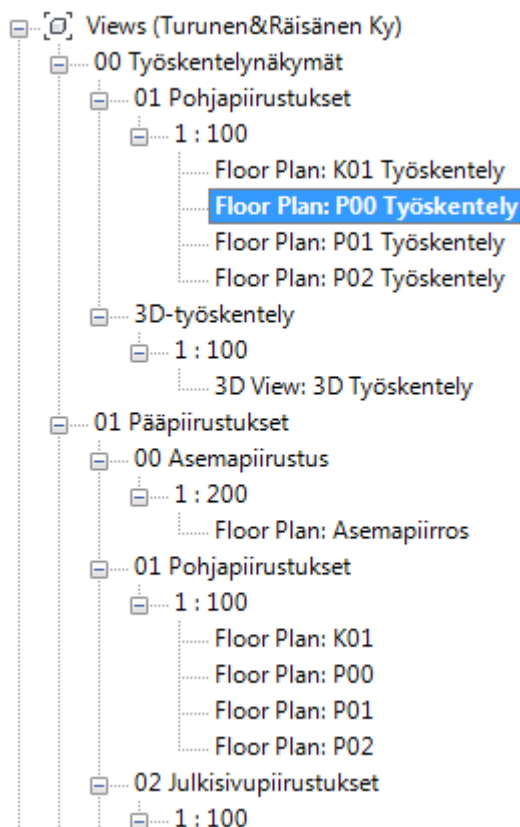
Aloituspohjan valikkorakenne on *Revit*-mallintamisessa projektinhallinnan keskeinen elementti. Valikkorakenteeseen asetetaan tarvittavat näkymät jokaiseen eri rakennusvaiheeseen. *Projektiparametrien* avulla valikkorakenteen näkymille voidaan asettaa yläkategoriat. Tämä onnistuu asettamalla näkymien sellaisille projektiparametreille haluttu arvo, jotka ovat asetettuina valikkorakenneasetuksissa näkymiä lajitteleviksi parametreiksi.



Kuva 11. Valikkorakenteen muokkausvalikko (Tikkanen 2018.)

Jokaiseen näkymään voidaan asettaa näkymäkohtainen mittakaava, graafiset ominaisuudet, viiva-tyypit, värit ja rakennusosien näkyvyys- ja peitto-ominaisuudet. Useampaan näkymään voidaan sitoa yksi näkymäasetus eli *view template*, joka muuttaa kaikkia näkymiä samaan aikaan sen asetuksia muutettaessa. Samoja *view templateja* käytetään usein saman yläkategorian alla olevissa saman piirustuslajin näkymissä.

Aloituspohjan valikkorakenteeseen asetettiin yläkategoriaksi näkymän tyyppi, joka määrittelee onko kyseessä työskentely-, markkinointi-, pääpiirustus- vai työpiirustusnäkyvä. (Kuvat 10. ja 11.) Alakategoriana näkymät jaoteltiin eri piirustustyyppeihin ja 3D-näkymiin ja sen jälkeen vielä mittakaavan mukaisiin ryhmiin. (KILPELÄINEN 2018.)



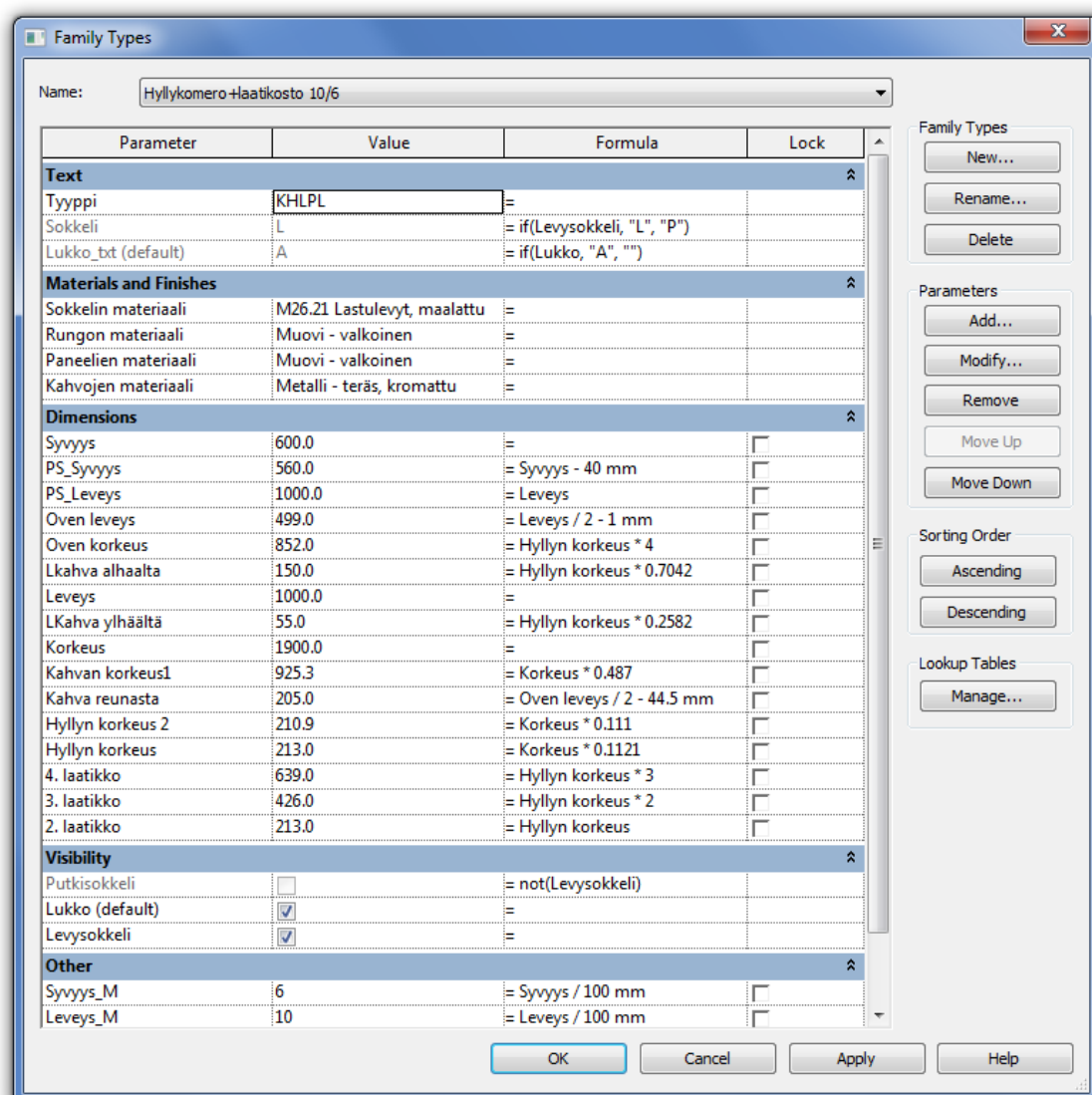
Kuva 12. Ote aloituspohjan valikkorakenteesta. Valittuna katutasen pohjapiirustus-työskentelynäkömä (Tikkanen 2018.)

4.1.2 Parametrit informaation lähteenä

Revit-tietomallissa jokainen informaation palanen on tallennettu parametreihin. Parametrit asetetaan joko projektiin, erilliseen tiedostoon tai *familyyn* riippuen parametrin tyypistä ja käyttötarkoituksesta. Parametrejä on neljää erilaista tyyppiä: *Projektiparametrejä*, *family-parametreja*, *jaettuja parametrejä* sekä *globaaleja parametrejä*. (knowledge.autodesk.com, 2018.) *Projektiparametrit* ovat projektikohtaisia parametrejä, joita voidaan liittää elementteihin yhdistämällä ne eri objektikategorioihin. Useimmiten projektiparametreja käytetään valikkorakenteen muuttamiseen. *Family-parametrit* ovat *family* kohtaisia parametrejä, jotka vaikuttavat vain *familyyn*, johon se on asetettu. Näillä voidaan kontrolloida objektien kuten seinien, ovien ja ikkunoiden ominaisuuksia, kuten mittoja ja materiaaleja. *Jaettuja parametrejä* ovat parametrejä, joita voidaan käyttää useissa eri projekteissa. Nämä parametrit on tallennettu erilliseen tekstitiedostoon, joka voidaan ladata eri projekteihin tai *familyihin*. *Jaettuja parametrejä* käytetään, kun halutaan saada objektin ominaisuus listautumaan tai näkymään tagissa. *Globaalit parametrit* ovat myös projektikohtaisia parametrejä, mutta niitä eivät sido kategoriat. *Globaaleja parametrejä* voidaan käyttää, jos halutaan saada eri *familyt* toimimaan toisistaan riippuvassa suhteessa saman projektin sisällä.

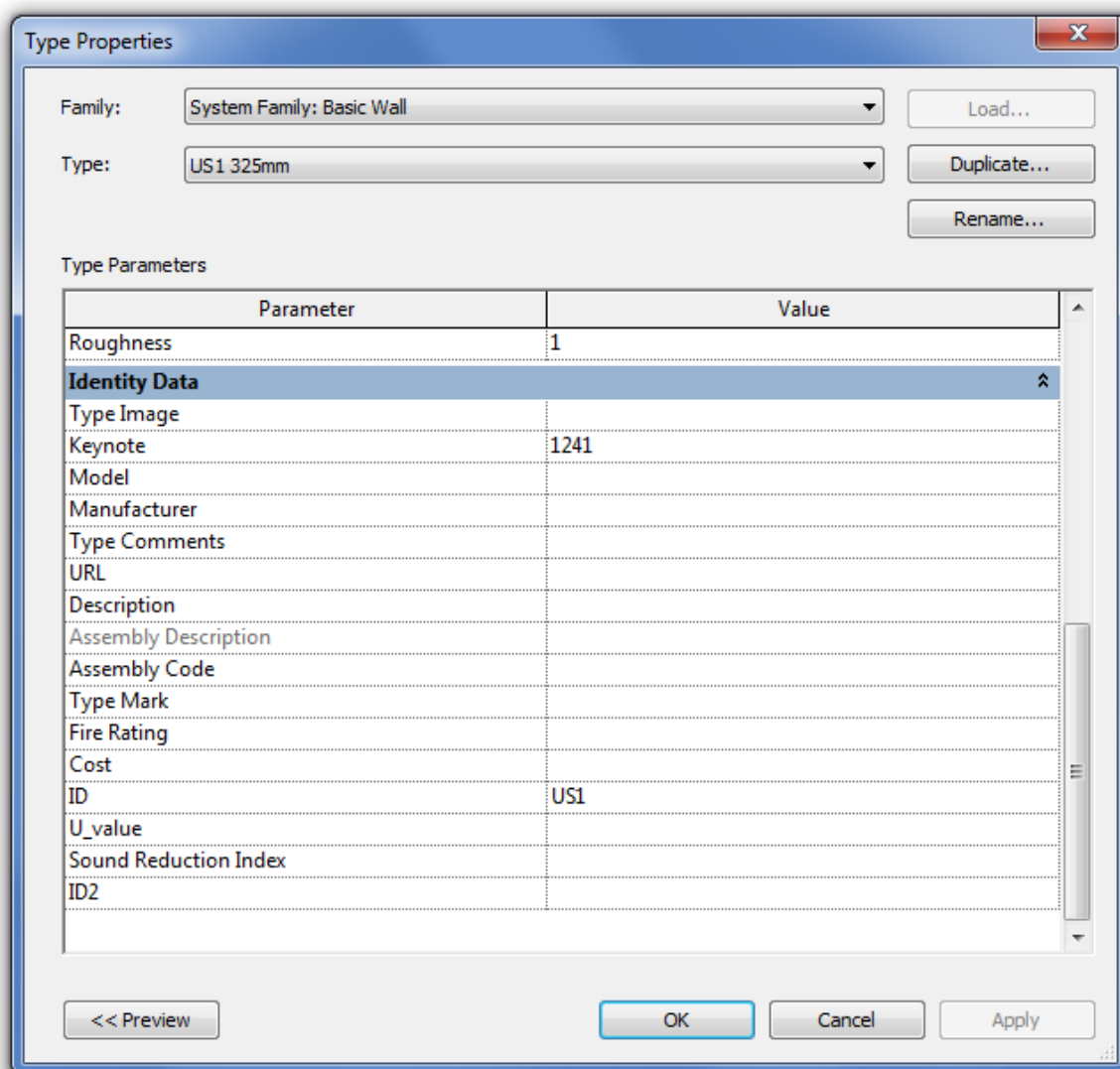
Aloituspohjaa ja tietomallinnusohjetta laadittaessa eniten käytettyjä parametryyppisiä olivat *family-parametrit* ja *projektiparametrit*. *Family-parametrien* arvoja tulee tietomallinnusohjeen mukaisesti asettaa kaikkiin rakennusosiin ja esimerkiksi huoneiden asetuksiin, jotta ne listautuvat vaatimusten mukaan. Projektiparametrien avulla asetettiin aloituspohjaan uusi valikkorakenne. Aloituspohjan

ohelle luotiin jaettujen parametrien tiedosto, johon asetettiin luodun *kalustetagin* lukemat parametrit. Tähän parametritiedostoon voidaan jatkossa lisätä tarvittavia *tagien* ja listausten lukemia parametrejä.



Kuva 13. Hyllykomero-familyn parametrit, niiden arvot ja kaavat. Valittuna jaetun "Tyyppi" -parametrin arvo. (Tikkanen 2018.)

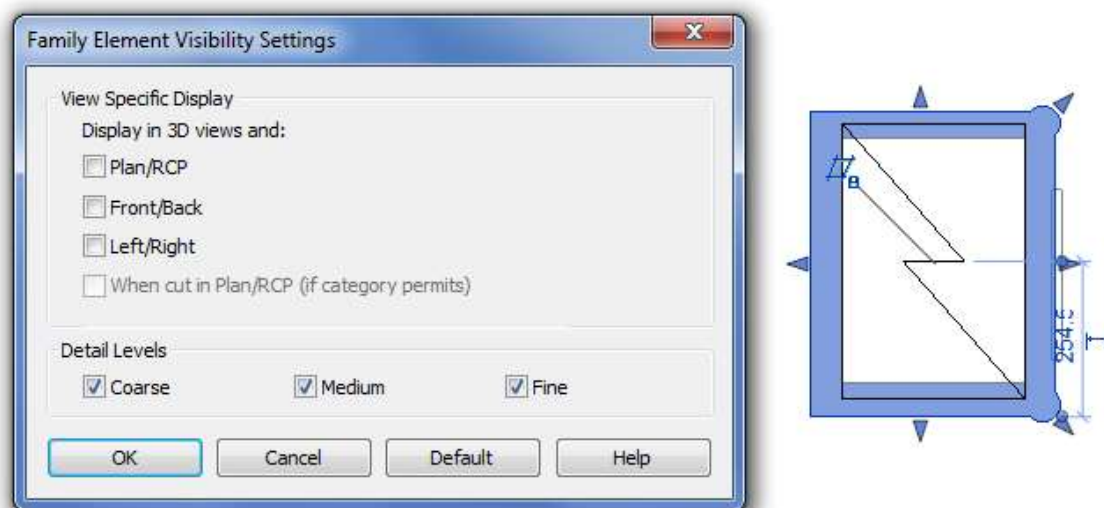
Keynote-parametri on yksi tietomallin tärkeimmistä parametreistä. Se on *family-parametri*, joka asetetaan luodun tietomallinnusohjeen mukaisesti jokaiseen tietomallin rakennusosaan ja jonka tieto välittyy natiivimallin pohjalta tuotettuun yleiseen jakeluun tarkoitettuun malliin eli *ifc-malliin*. *Keynoten* arvo tulee suoraan TALO 2000 -hankenimikkeistöstä, eli vaikkapa irtokaluste-familyt saavat kaikki *keynote-parametrille* arvon 5111. *Keynoten* perusteella voidaan tehdä määrä- ja kustannuslaskelmat mallista saatavien listausten perusteella. (YTV 2012, osa 3.) *Ifc-mallia* lukevat törmäystarkasteluohjelmat tunnistavat rakennusosat keynoten perusteella.



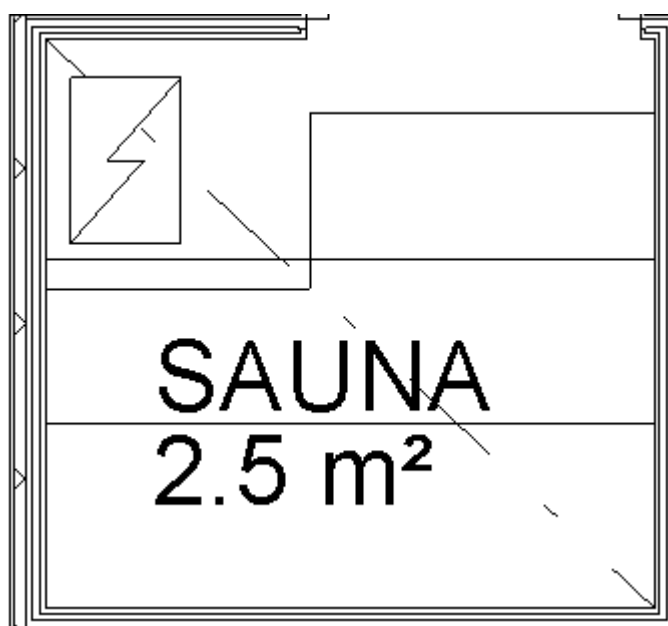
Kuva 14. Näkymä tutkimuskohteen ulkoseinän *Identity data* -ryhmän parametreista. *Keynoten* arvoksi merkitty TALO 2000 –hankenimikkeistön mukainen ulkoseinän litterointinumero 1241. (Tikkanen 2018.)

4.1.3 Objektien 2D-näkymät

Koska objektit näkyvät oletuksena piirustusnäkymissä 3D-mallinsa projektiona, eivät ne vastaa aina haluttua selkeää 2D-esitystapaa. Siksi objekteja muokattiin tarpeen mukaan niin, että 2D-näkymä vastasi aikaisemmin käytettyjä piirustusmerkintöjä. (KILPELÄINEN, 2018.) Objektin muokkaus tapahtui family-editorilla näkymissä, jotka vastasivat niitä projektinäkyymiä, joihin muutos haluttiin tehdä. Esimerkiksi pohjapiirustusta varten muokattiin *familyn* näkyvyyssominaisuuksia *floor plan* –näkyvässä. Objektit muodostuivat usein pursotuksista (*extrusion*), joiden projektiot haluttiin piilottaa. (Kuva 14.) Näiden tilalle piirrettiin halutunlaisen 2D-mallin mukainen esitys *symbolic line* –työkalulla. Tuloksena saatiin esitettyä 3D-objektit pohjakuviissa toimiston aiemmin käyttämien DWG-piirustuksen mukaisina 2D-symboleina. 2D-objektien viivatyyppejä muokattiin *Revitin Object styles* –valikosta, jonka perusteella voitiin määrittellä edellä mainitut *symbolic line* –työkalulla piirretyt viivat halutunlaisiksi. *Object styles* -työkalulla muokattiin siis objektien yleistä näkymistä koko projektissa, ei pelkästään yhdessä näkyvässä.



Kuva 15. Tutkimuskohteesta löytyvän kiuasfamilyn 3D-pursotuksen näkyvyysasetukset. Pursotus näkyy vain 3D-näkymissä, mutta 2D-näkymien projektiot siitä on sammutettu, kun se siirretään projektiin. (Tikkanen 2018.)



Kuva 16. Kiukaan näkyminen tutkimuskohteen pohjapiirustuksessa. *Symbolic line* -viivat muodostavat kiukaan 2D-näkymän (Tikkanen 2018.)

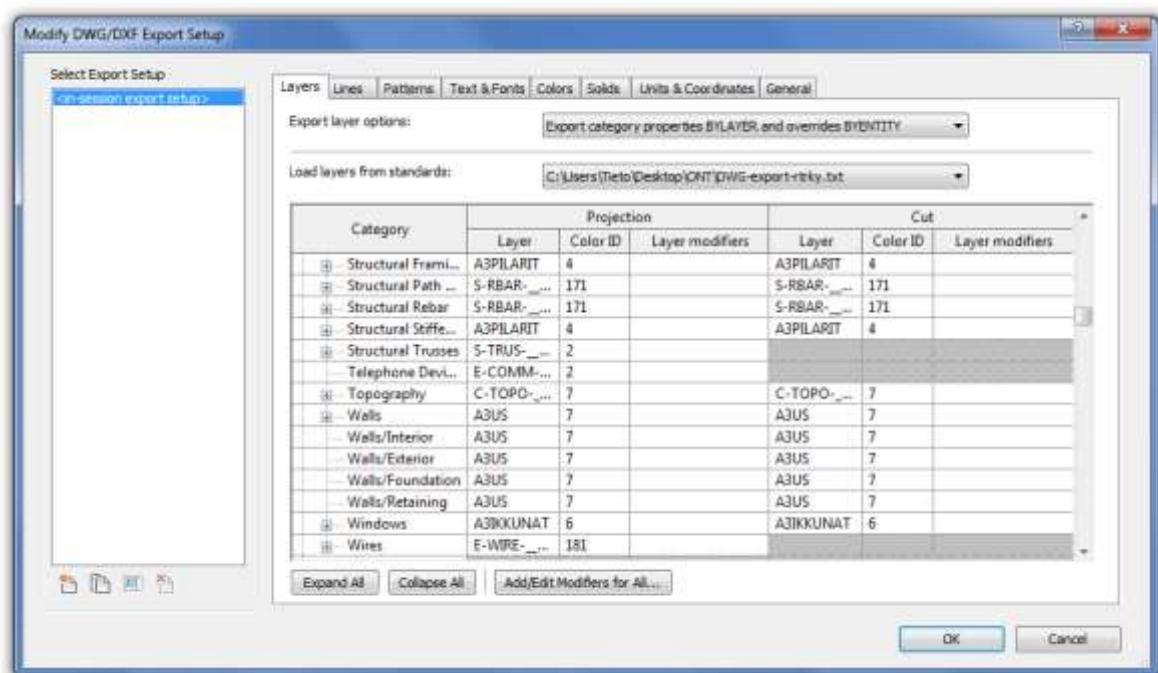
4.1.4 DWG-tasojen tulostus

Vaikka tietomallinnus on nykyään jo lähes välttämätön osa suunnitteluprosessia, käytetään varsinkin pienemmissä hankkeissa ja vielä jonkin verran vanhoja AutoCAD:in 2D-piirustuksia. Tämä tulee kyseeseen, varsinkin kun suunnitelmia lähdetään jakamaan talotekniikkasuunnittelijoille, jotta he voivat mahduttaa omat suunnitelmansa arkkitehtimalliin. (RÄSÄNEN 2018.) Siispä on oleellisen tärkeää pystyä jakamaan tietomallin informaatiota myös AutoCAD:in lukemassa *dwg-muodossa*.

Revitissä on *export-dwg*-ominaisuus, jolla on mahdollista siirtää mallin 2D-näkymät *AutoCAD*:in lukemaan muotoon. Oletuksena löytyy joukko valmiita ulkomaisten standardien mukaisia *dwg-tasoasetuksia*, mutta nämä eivät kuitenkaan ole täysin yhteensopivia useissa suomalaisissa toimitoissa käytettyjen ARK-tasojen kanssa. Myös lokalisointipaketin tuottaneen ohjelmistopalveluyritys ARK-systemsin oma ARK-tasojen mukaileva *dwg-export-tiedosto* sisältyy *Revitin* lokalisointipakettiin, mutta siinäkin tietyt *Revitin* objektien viivat, kuten ikkunoiden vesipellit ja karmit sekä tekstimerkinnot on jätetty merkittämättä oikeille tasoille. Niinpä omien tasoasetusten muokkaus tekee tulostuksesta vaivattomampaa ja vähentää *dwg-tiedostojen* muokkaustarvetta jälkikäteen.

Tasoasetuksia voitiin muokata graafisesti *Revitin dwg-export* -asetuksista, mutta kaikkia *Revitin* piirtämiä viivoja ei pystytty tällä editorilla hallitsemaan. Tehokkaampi keino oli muokata suoraan *dwg-export* -asetustiedostoa, joka löytyi yleensä Windowsissa piilotettuna olevasta *Revitin* asetuskansiossa `|ProgramData|Autodesk|RVT 2016`, missä polun viimeinen kansio viittaa *Revitin* versioon. Koska *dwg-export-tiedostot* olivat tekstimuodossa melko sekavia ja listat pitkiä, onnistui niiden muokkaus helpoiten excel-ohjelmistoa hyväksi käyttäen. *Revitin* graafisella *dwg-tasoeditorilla* ei voitu tulostaa asetustiedostoa, vaan ainoastaan tallentaa asetukset projektitiedostoon tai aloituspohjaan. Suoran *dwg-export-tiedoston* muokkaamisen etu oli siis myös samojen tulostusasetuksien käyttö sellaisissa projekteissa, jotka on tehty erilaisilla aloituspohjilla.

Koska *Revit* piirtää valtavan määrän eri rakennusosille osoitettuja viivoja, ei kaikille löytynyt omaa tasoaan ARK-systemsin *dwg-tasosta*. Jotta nämäkin viivojen saaminen halutuille tasoille mahdollistettiin, *dwg-export-tiedoston* muokkausohjeet kirjoitettiin tietomallinnusohjeeseen.



Kuva 17. Muokattu *dwg-export*-asetustiedosto ladattuna projektiin (Tikkanen 2018.)

4.2 Laatujärjestelmän tietomallinnusohje

Vaikka tietomallintamisen laatuvaatimukset on määritelty yleisellä tasolla *YTV 2012*:ssa, ei siinä käsitellä tarkemmin eri tietomallinnusohjelmistojen käyttöä suhteessa vaatimuksiin. Eri toimistoilla on tietomallinnukselle myös omat vaatimuksensa ja alati kehittyvä tietomallinnuksen toimintakenttä edellyttää ajan tasaisen ohjeistuksen ylläpitoa. Jotta nämä vaatimukset saataisiin täytettyä, on toimiston sisäinen tietomallinnusohjeistus myös tarpeen. Tähän tarpeeseen laadittiin toimiston laatujärjestelmän tietomallinnusohje.

Tietomallinnusohje laadittiin olemassa olevan laatujärjestelmän erillisenä osana, jotta se olisi selkeämmin luettavissa ja helpommin muokattavissa tulevaisuudessa. (PIRTTIMÄKI, 2018.) Nykyinen laatujärjestelmä koostuu julkisesta laatukäsikirjasta sekä toimiston sisäisistä työ- ja toimintaohjeista. Uusi tietomallinnusohje löytyy työohjeiden kanssa samasta kansioista erillisenä tiedostonaan, johon kaikilla toimiston työntekijöillä on pääsy. Se noudattaa *YTV 2012*:n asettamia vaatimuksia, joita tarkennetaan toimiston ja *Revit*-ohjelmiston tarpeiden mukaan. Tietomallinnusohjeessa tarkastellaan aluksi yleisiä tietomallinnusprosessiin liittyviä vaatimuksia ja esimerkiksi ohjeistetaan, kuinka mallinnusprosessi tulee aloittaa ja mitä lähtötietoja kirjataan ylös. Yleisessä osiossa kerrotaan myös millä tarkkuudella missäkin vaiheessa suositellaan mallinnettavan, kuinka tietomalliseloste laaditaan *YTV 2012*:n mukaisesti ja miten tietomallin laadunvarmistus toteutetaan. Laadunvarmistusta ohjeistetaan yksittäisten suunnittelijoiden näkökulmasta ja ohjeissa käydään läpi ne kohdat, mihin tietomallin tarkastamisessa tulee kiinnittää huomiota. Tietomallin tarkistusta varten ohjeesta löytyy *YTV 2012*:n mukainen arkkitehtimallin tarkastuslomake. Tarkemmissa ohjeistuksissa käydään läpi eri rakennusosien mallinnukseen liittyviä asioita ja neuvotaan esimerkiksi mitä työkaluja minkäkin rakennusosan mallintamiseen tulee käyttää. Ohjeissa tarkennetaan lisäksi aloituspohjan käyttöön liittyviä asioita ja ohjataan yksityiskohtaisesti joitakin haastavia mallinnustilanteita, esimerkiksi eri tasossa olevien lattiakorkojen esittäminen samassa piirustuksessa ja dwg-tasotiedoston muokkaaminen. Tietomallinnusohje on aloituspohjan tavoin tarkoitettu vain yrityksen sisäiseen käyttöön, joten sen tarkempaa sisältöä ei julkaista.

4.3 Rakenne- ja objektkirjastot

Mallinnusprosessissa käytetään erilaisia valmiita objekteja, joita on yleensä saatavilla valmistajilta tai tarvittaessa niitä voidaan mallintaa itse. Samoja objekteja, esimerkiksi huonekaluja, käytetään useissa eri hankkeissa, joten niiden helppo saatavuus on tärkeää tietomallintamisen sujuvuuden kannalta. Yleisin ongelma objektien käytössä onkin juuri oikean objektin löytyminen tarvittaessa. Siksi objektien arkistoinnista on hyvä huolehtia perusteellisesti. (TIAINEN, 2018.)

Objektien etsimisen lisäksi mallinnusprosessissa aikaa vievä osa on rakennetyyppien määrittäminen. Rakennetyypit, eli esimerkiksi seinä, välipohja tai alapohjarakenteet ovat *Revitissä system-family-tiedostoihin*, kuten *wall* tai *floor* –famiylihin, tehtäviä asetuksia. Usein saman tilaajan hankkeissa käytetään samoja rakennetyyppejä, joten valmiiksi tehtyjen rakennetyyppien uudelleen käyttäminen tehostaa tietomallinnusprosessia.

Revit-aloituspohjan ja tietomallinnusohjeen lisäksi luotiin rakennetyyppi- ja objektikirjastot, johon hankkeissa käytetyt rakennetyypit ja objektit voidaan tallentaa tulevaa käyttöä varten. Rakennetyypikirjasto luotiin projektitiedostona, johon kunkin hankkeen rakennetyypit voidaan kopioimalla tallentaa ja näin kätevästi kopioida uuteen sellaiseen projektiin, jossa käytetään samoja rakennetyyppejä. Objektikirjasto luotiin tiedostokansioina, joihin kootaan hankkeessa käytettyjä ja muokattuja objekteja. Samoja objekteja käytetään yleensä useissa erilaisissa hankkeissa, joten tiedostokansiopohjainen kirjasto oli tässä yhteydessä perusteltua. Tiedostokansiot on järjestetty niin, että objektit on jaoteltu omiin kategorioihinsa *TALO 2000*-hankenimikkeistön mukaisesti ja alakategorioihin tarpeen mukaan. Suuremmissa hankkeissa, pelkästään kyseistä hanketta varten mallinnetut erikoisobjektit on jaoteltu kunkin hankkeen omaan kansioon, jos tarkasti yhtä tilaa varten mallinnetut objektit eivät parametreiltään taivu muuhun käyttöön. Myös rakennetyyppi- ja objektikirjastojen sisältö on toimiston sisäistä tietoa, joten niitä ei käsitellä tässä raportissa tarkemmin.

5 POHDINTAA JA TULOKSET

Työn tavoitteena oli kehittää suunnittelutoimiston tietomallinnusvalmiuksia kokonaisvaltaisesti *Revitin* aloituspohjaa ja laatujärjestelmään liitettäviä tietomallinnusohjeita möyten. Osa työn tuloksista oli ollut jo käytössä toimiston hankkeissa ennen opinnäytetyön valmistumista, joten tarve kehitystyölle oli selvästi olemassa. Työssä tiivistyi hyvin opiskeluaikana ja työn ohella opitut tiedot *Revitin* käytöstä ja asetusten säätämisestä, jotka ovat varsinkin kokemattomalle käyttäjälle varsin pitkän prosessin kautta opittavia asioita. Opinnäytetyötä tehdessä täysin uusi vastaan tullut asia oli aloituspohjaan tehtävät valikkorakenteet, joiden parametreihin perustuvan toimintaperiaatteen valmiiksi ymmärtäminen auttoi kuitenkin suuresti. Työn edetessä tarkasteltiin myös entistä tarkemmin *Revitin* eri työkaluja ja ennalta tuttuja ominaisuuksia, joiden toimintaperiaatteista ja historiasta saatiin mielenkiintoista lisätietoa. Tietomallinnusohjeen kirjoittamista varten käytiin tarkasti läpi *YTV 2012:n* yleinen, arkkitehtuurin ja laadun varmistuksen osiot, jotka auttoivat ymmärtämään syy-seuraus-suhteita koko mallinnusprosessin ja projektinhallinnan kannalta. Materiaali oli helposti saatavilla internetistä ja haastavinta työn toteuttamisessa oli valita hankkeiden mallintamisen kannalta tärkeimmät osa-alueet, jotka sisällytetään työhön.

Uusi aloituspohja sisältää tarvittavat asetukset, jotta se voi toimia kaikkien uusien suunnitteluhankkeiden mallintamisen alustana. Siihen on jätetty kuitenkin muokausvaraa erityyppisten hankkeiden mallintamista varten, esimerkiksi luomalla erilliset objekti- ja rakennetyyppikirjastot. Aloituspohjasta puuttuvat myös visualisointiin, ryhmätyöskentelyyn, vaihetyöskentelyyn, energiasimulointiin ja ifc-tulostamiseen liittyvät asetukset. Lisäksi valikkorakenteet, näkymät, nimeämiskäytännöt ja objekti- ja rakennekirjastot todetaan toimiviksi vasta pidemmän käytön aikana ja niitä muokataan ilmenneiden tarpeiden mukaisiksi. Aloituspohjan tarkoituksena onkin olla lähtökohta toimiston oman tietomallinnuskäytännön kehittämiseen ja sitä tulee kehittää aktiivisesti, jotta tietomallintamisen hyödyt saadaan optimoitu.

Tietomallinnusohje sisältää ohjeistuksen tietomallinnuksen yleisiin toimintamalleihin, aloituspohjan käyttämiseen, tietomalliselostuksen laadintaan sekä laadunvarmistukseen. Lisäksi sieltä löytyy yksityiskohtaisempia ohjeita haastaviin tilanteisiin. Tietomallinnusohjeet ohjeistavat mallinnusta vain arkkitehtisuunnittelun suunnittelijakohtaisesta näkökulmasta, joten laajemmat projektinhallintaan liittyvät ohjeet, kuten suunnitteluryhmän laadunvarmistuskäytännöt jäävät myöhemmin lisättäviksi. Laadunvarmistusta voitaisiin jatkossa kehittää myös laatimalla tarkemmin hankkeissa ilmenneitä ongelmakohtia sisältäviä mallintarkastuslomakkeita. Tietomallinnusohjeita tulee päivittää aloituspohjan kanssa samanaikaisesti ja mallinnustyön aikana huomattuja käteviä toimintatapoja on hyvä kirjata tietomallinnusohjeeseen sitä mukaan, kun ne havaitaan. Näin taataan yhdenmukainen ja optimoitu suunnittelu tietomallin tuomia etuja hyväksi käyttäen.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

RAKENNUSSUUNNITTELUTOIMISTO TURUNEN & RÄISÄNEN KY. 2018. Laatujärjestelmä. Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

[sfs.fi](https://www.sfs.fi/). [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-21] Saatavissa: <https://www.sfs.fi/> Polku: [sfs.fi](https://www.sfs.fi/). Uutiskirjeet. Uutiskirjeet 2016. Mitä laatu on?

Crotty, Ray (2012). The Impact of Building Information Modelling: Transforming Construction. London: SPON/Routledge.

bimboom.blogspot.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-21] Saatavissa: <http://bimboom.blogspot.fi/> Polku: http://bimboom.blogspot.fi. 2007. 02. Revit history.

[styleofdesign.com](http://www.styleofdesign.com/). [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-21] Saatavissa: <https://web.archive.org/web/20140302064642/http://www.styleofdesign.com/> Polku: [styleofdesign.com](http://www.styleofdesign.com/). Architecture. A brief history of bim / Michael S. Bergin.

[autodesk.com](https://www.autodesk.com/). [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-21] Saatavissa: <https://www.autodesk.com/> Polku: [autodesk.com](https://www.autodesk.com/). Products. Revit. Features.

knowledge.autodesk.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-21] Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/> Polku: <https://knowledge.autodesk.com/> Support. Revit products.

buildingsmart.fi. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-21] Saatavissa: <https://buildingsmart.fi/> Polku: buildingsmart.fi. Yleiset tietomallivaatimukset YTV.

[mit.jyu.fi](http://www.mit.jyu.fi/opetus/kurssit/jot/2005/kalvot/qij.pdf). [verkkoaineisto].2005[viitattu 2018-05-21]. Saatavissa: <http://www.mit.jyu.fi/opetus/kurssit/jot/2005/kalvot/qij.pdf>

<http://www.mit.jyu.fi/opetus/kurssit/jot/2005/kalvot/qij.pdf>

knowledge.autodesk.com. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-21] Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/> Polku: knowledge.autodesk.com. Support. Revit products. Learn and explore. Caas. CloudHelp. 2017. ENU. Revit-Model. Files. GUID-AEBA08ED-BDF1-4E59-825A-BF9E4A871CF5-htm.

[rakennustieto.fi](https://www.rakennustieto.fi/). [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-05-21] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/> Polku: [rakennustieto.fi](https://www.rakennustieto.fi/). index. Tuotteet. Nimikkeistöt 21. Talo 2000.

HAASTATTELUT:

RÄISÄNEN, Jarmo 2018-02-02. Suunnittelija. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

RÄSÄNEN, Jarmo 2018-02-14. Suunnittelija. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

PIRTTIMÄKI, Salla 2018-03-14. Suunnittelija. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

RÄSÄNEN, Jarmo 2018-04-02. Suunnittelija. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

RÄSÄNEN, Jarmo 2018-04-02. Suunnittelija. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

PIRTTIMÄKI, Salla 2018-04-03. Suunnittelija. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

TIAINEN, Kirsi 2018-04-12. Tekninen piirtäjä. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

KILPELÄINEN, Minna 2018-05-07. Suunnittelija. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

PIRTTIMÄKI, Salla 2018-05-07. Suunnittelija. [haastattelu.] Kuopio: Rakennussuunnittelutoimisto Turunen&Räisänen Ky.

LIITE 1: TIETOMALLINNUSOHJE