



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# TIETOMALLINNUS ARKKITEHTISUUNNITTELUSSA JA MALLIEN HAVAINNOLLISTAMINEN

TEKIJÄ: Ville Korhonen



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Ville Korhonen	
Työn nimi Tietomallinnus arkkitehtisuunnittelussa ja mallien havainnollistaminen	
Päiväys 12.3.2014	Sivumäärä/Liitteet 38/4
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela Yliopettaja Janne Repo	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Arkkityypit Oy / Arkkitehti Janne Repo	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia tietomallinnuksen vaatimuksia arkkitehtisuunnittelussa ja tietomallista saatavien visuaalisten havainnekuvien tuottamista. Työn tavoitteena oli tehdä yleisten tietomallivaatimusten mukaisia rakennusten tietomalleja <i>Revit Architecture</i> -ohjelmalla ja tuottaa tehdyistä tietomalleista havainnekuvia. Työn toimeksiantajana toimi arkkitehtitoimisto Arkkityypit Oy. Tehdyt tietomallit ja havainnekuvat toteutettiin arkkitehti Janne Revon Uusi Puu-Kuopio -tutkimusta varten.</p> <p>Lähtömateriaalina oli arkkitehdin laatimia rakennusten tietomalleja, sekä käsin tehtyjä luonnospiirroksia uusista tilajärjestelyistä. Tietomalleja täydennettiin ja muokattiin luonnoskuvien pohjalta uusiksi talomalleiksi YTV2012 ohjeen mukaisesti. Mallinnetut rakennukset sommiteltiin erilliseen maastomalliin, jota hyödynnettiin havainnekuvien tuottamisessa. Maastomallina oli Uusi Puu-Kuopio -tutkimuksen mallikorttelin alue. Havainnekuvat tehtiin <i>Artlantis Studio</i> -renderointi-ohjelmalla, jota käytetään 3D-mallien visualisointiin. Lisäksi havainnekuvia täydennettiin <i>Corel PaintShop Photo Pro</i> -kuvankäsittelyohjelmalla lopulliseen julkaisumuotoon.</p> <p>Lopputuloksena saatiin yleisten tietomallivaatimusten mukaiset rakennusten tietomallit luonnoskuviin esitettyjen tilajärjestelyiden mukaisesti, sekä havainnekuvia Uusi Puu-Kuopio -mallikorttelin alueesta. Kustakin rakennuksesta tehtiin kaksi, neljä ja kuusi asuntoa sisältävät tietomallit. YTV2012 ohje on arkkitehtisuunnittelun osalta selkeä ja ohjeistaa yhdenmukaiseen rakennusten tietomallintamiseen. Havainnekuvien tekeminen erillisen renderointiohjelman avulla nopeuttaa työskentelyprosessia, eikä vaadi käytävältä laitteistolta niin paljon, kuin <i>Revit</i>illä renderoidessa.</p>	
Avainsanat Tietomallinnus, havainnollistaminen, visualisointi	
Luottamuksellisuus Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Ville Korhonen			
Title of Thesis BIM in Architectural Design and Visualization of Models			
Date	March 12, 2014	Pages/Appendices	38/4
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Senior Lecturer Mr. Janne Repo, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Arkkityypit Oy / Mr. Janne Repo, Architect			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final year project was to examine the requirements for BIM in architectural design and producing visualizations from the model. The aim of the work was to make building information models according to the general requirements for BIM by using <i>Revit Architecture</i> -software and to produce visualizations from the models. The work was commissioned by Arkkityypit Oy. The building information models and visualizations were made for the Uusi Puu-Kuopio -research of architect Janne Repo.</p> <p>The source material consisted of building information models and sketches of new room arrangements made by the architect. The models were modified based on sketches to correspond the general requirements for BIM according to the YTV2012. The models were composed to a separate terrain model which was used to make visualizations. The terrain model comprised an example block used in the Uusi Puu-Kuopio -research. The visualizations were made by <i>Artlantis Studio</i> -rendering software which is used to visualize 3D-models. Finally, the visualizations were completed with <i>Corel PaintShop Photo Pro</i> -photoprocessing software.</p> <p>The final results of this thesis were building information models based on sketches according to the general BIM requirements and visualizations of surroundings of the Uusi Puu-Kuopio -example block. The models which comprise two, four and six apartments were made for each building. The YTV2012 instruction about architectural design is explicit and instructs to consistent modelling. Using separate rendering software when making visualizations speeds the process up and compared to rendering with <i>Revit</i> it requires less from the equipment used.</p>			
Keywords BIM, visualization			
Confidentiality Public			

## SISÄLLYS

### SANASTO

1	JOHDANTO .....	7
2	TIETOMALLINNUS .....	8
2.1	Mitä on tietomallinnus?.....	8
2.2	Tietomallihankkeen ja perinteisen rakennushankkeen eroja .....	9
2.3	Tietomallihankkeen koordinointi .....	10
2.4	Yleiset tietomallivaatimukset .....	10
2.5	Tietomallintaminen arkkitehtisuunnittelussa .....	11
2.6	Arkkitehtisuunnittelun tietomallivaatimukset hankkeen eri vaiheissa .....	12
3	HAVAINNOLLISTAMINEN TIETOMALLINNUKSESSA.....	14
3.1	Havainnollistamisen merkitys .....	14
3.2	Havainnollistamiskeinot .....	14
3.3	Tietomallin visualisointi.....	18
3.4	Renderointi .....	19
3.5	Ohjelmistot ja laitteisto.....	19
4	MALLINTAMINEN JA VISUALISOINTI.....	21
4.1	Työn tavoite ja lähtömateriaali .....	21
4.2	Rakennusten mallintaminen <i>Revit Architecture</i> -ohjelmalla .....	22
4.3	Havainnekuvien toteuttaminen.....	31
5	TULOKSET JA YHTEENVETO .....	37
	LÄHTEET .....	38
	LIITTEET	

## SANASTO

BIM	<i><u>B</u>uilding <u>I</u>nformation <u>M</u>odel. Rakennuksen tietomalli.</i>
CAD	<i><u>C</u>omputer-<u>A</u>ided <u>D</u>esign. Tietokoneavusteinen suunnittelu.</i>
DWF	<i><u>D</u>esign <u>W</u>eb <u>F</u>ormat. Autodeskin kehittämä tiedostomuoto.</i>
Rakennemalli	Rakennesuunnittelijan tuottama suunnittelumalli.
Rakennusosamalli	Rakennuksen kiinteistä osista koostuva malli.
Renderointi	Tietokoneohjelman avulla mallista luotu kuva.
RVT	<i>Revit-</i> projektin tiedostotyyppi.
Still-kuva	Liikkumaton kuva.
Tekstuuri	Kaksiulotteinen kuva, jota käytetään kolmiulotteisen polygonin tahojen kuvioimiseen.
Tilamalli	Tilat ja niitä rajaavat seinät käsittävä malli.
Yhdistelmämalli	Eri suunnittelualojen mallien yhdistetty kokonaisuus.
YTV2012	<i><u>Y</u>leiset <u>t</u>ietomalli<u>v</u>aatimukset <u>2012</u>.</i>

## 1 JOHDANTO

Tietokonepohjaisen suunnittelun vuosien takainen murroskausi oli, kun rakennussuunnittelijat siirtyivät käsin piirtämisestä 2D-piirtämiseen CAD-ohjelmistolla. Sitä seurannut kehitys on jatkunut ja edennyt siihen, että 2D-piirtämisen rinnalle työskentelyvälineeksi tietokoneavusteiseen suunnitteluun on tullut 3D- ja tietomallinnus. Tietomallipohjainen työskentelytapa on tuonut mukanaan uusia lähestymistapoja rakennushankkeen eri vaiheiden läpiviemiseen ja antanut uusia mahdollisuuksia rakennusprosessin eri osa-alueiden tarkasteluun.

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia arkkitehtisuunnittelun tietomallivaatimuksia ja tietomalleista saatavien visuaalisten havainnekuvien tuottamista. Työn tavoitteena on kehittää ja muokata arkkitehdin tekemiä tietomalleja YTV2012 ohjeen mukaisiksi, sekä tuottaa luonnoskuvien pohjalta uusia rakennusten tietomalleja. Lisäksi tavoitteena on tuottaa tietomalleista visuaalisesti havainnollistavaa materiaalia havainnekuvien muodossa.

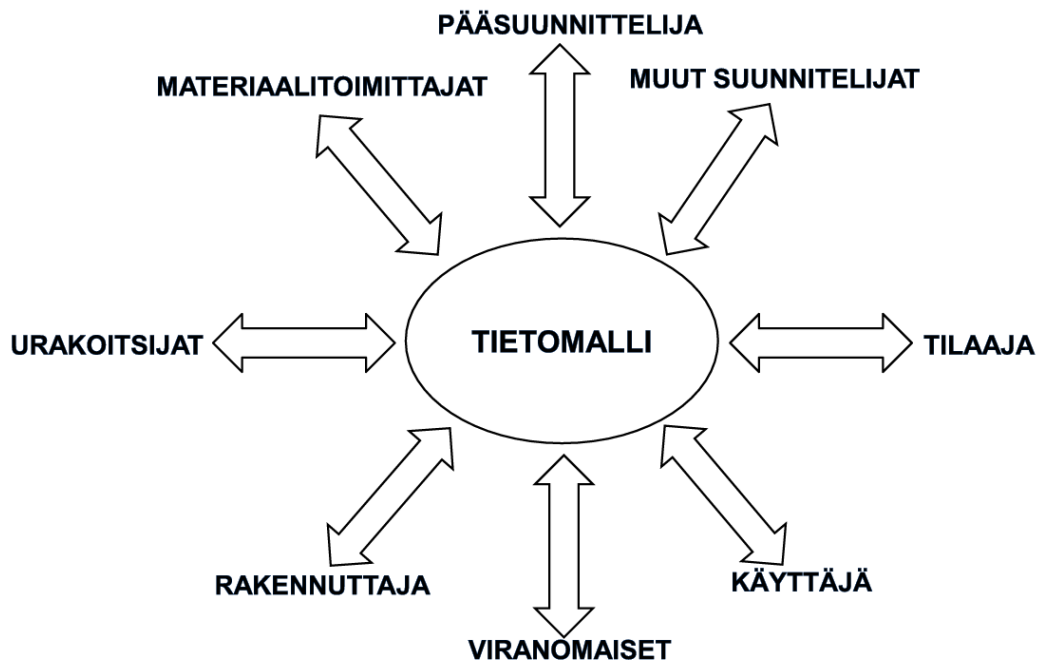
Opinnäytetyössä kohteena olevat tietomallit sisältyvät arkkitehti Janne Revon Uusi Puu-Kuopio -tutkimukseen. Uusi Puu-Kuopio on tutkimus Kuopion keskustan ruutukaavakorttelien täydennysrakentamiseksi. Tutkimuksessa osoitetaan ja havainnollistetaan millaista Kuopion keskustan puurakentaminen voisi olla täydennysrakentamisessa ja kuinka rakentaminen voitaisiin toteuttaa. Opinnäytetyössä tehtävät tietomallit ovat malleja rännikadun varteen sijoitettavista talotyypeistä. Havainnekuvat tuotetaan Uusi Puu-Kuopio -tutkimuksessa käytettävän mallikorttelin ympäristöstä.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii arkkitehtitoimisto Arkkityypit Oy. Arkkityypit Oy on kuopiolainen täyden palvelun arkkitehtitoimisto, joka suunnittelee niin yksityisille, kuin julkisellekin puolelle.

## 2 TIETOMALLINNUS

### 2.1 Mitä on tietomallinnus?

Rakennusprosessin aikana kertyy suuri määrä tietoa, joka arkistoidaan talteen. Rakennuksen tietomallinnuksessa (BIM, *Building Information Model* tai *Building Information Modeling*) tämä tieto kootaan yhdeksi kokonaisuudeksi digitaaliseen muotoon koko rakennusprosessin elinkaaren ajan (kuvio 1). Tietomallia kutsutaan myös usein tuotemalliksi tai tuotetietomalliksi. Tietomallinnuksella tarkoitetaan 3D-malleihin pohjautuvaa suunnittelutapaa, jossa tietomallit sisältävät rakennuksen geometriatiedon lisäksi myös muuta tietoa (RT 10-10992 2010, 1). Rakennuksen tietojen mallintaminen ja ominaisuuksien kuvaaminen mahdollistaa visuaalisen havainnollistamisen lisäksi erilaisten simulointien ja analyysien tekemisen jo hyvinkin varhaisessa vaihetta hanketta. Mallin sisältämiä tietoja voidaan siten käyttää rakennuksen toiminnallisten ominaisuuksien, kuten valaistuksen, akustiikan, ilmanvaihdon, kustannusten tai energiankulutuksen arvioinnissa. (Suomen Rakennusinsinöörienliitto.)



KUVIO 1. Tietomallin sisältö (Korhonen 2014)



## 2.2 Tietomallihankkeen ja perinteisen rakennushankkeen eroja

Tietomallihankkeen ja perinteisen piirustuksiin pohjautuvan rakennushankkeen erot muodostuvat hankkeen tietosisällön koostamisesta ja käsittelystä. Rakennukseen liittyvien tietojen tulisi olla kokonaisuudessaan mahdollisimman helposti käytettävissä, niin suunnittelun, rakentamisen, kuin rakennuksen ylläpidon aikana.

Piirustuksiin perustuvassa toiminnassa hankkeen tiedot ovat hajallaan eri piirustuksissa, selosteissa ja raporteissa. Kun rakennushankkeessa siirrytään hankevaiheesta toiseen, tietojen määrästä katoaa aina jotakin, kun tietoja joudutaan muokkaamaan uudelleen hankevastuun siirtyessä toimijoilta toisille. Rakennuksen valmistumisen ja luovutuksen jälkeen suunnittelun ja rakentamisen aikaista tietoa ei tarvita enää kiinteistön jokapäiväisessä käytössä, mutta tietojen tulisi silti olla helposti käytettävissä korjausten ja kunnostusten yhteydessä. Tällöin rakennuksen yleisilme säilyy muutos- ja korjaustöiden jälkeen mahdollisimman yhtenäisenä, eikä lopputuloksena vuosien huolto- ja korjaustöiden jälkeen ole yleisilmeeltään hajanainen "tilkkutäkki", josta erottuvat eri aikakausina tehdyt työt. (Suomen Rakennusinsinöörienliitto.)

Tietomallihankkeessa rakennusprosessin aikaiset tiedot on luotu digitaaliseen muotoon. Kerran luotu tieto on siten helposti ja täydellisesti käytettävissä koko rakennuksen elinkaaren ajan. Hankevaihekohtaisten kuvien tuottaminen voidaan tarpeen mukaan helposti toteuttaa perinteistä piirustusta pelkistetyimmällä tiedon määrällä, mikä voi helpottaa ja nopeuttaa kuvissa esitettävien tietojen tulkintaa. (Suomen Rakennusinsinöörienliitto.)

Tietomallista saatavat kuvat ovat ristiriidattomia keskenään, sillä ne kaikki tuotetaan samasta mallista. Suunnitteluvaiheessa eri rakennusosiin tehdyt muutokset päivittyvät kaikkiin näkymiin ja piirustuksiin, joihin tehty muutos vaikuttaa. Esimerkiksi pohjapiirustuksessa siirretty ulkoseinä päivittyy leikkauspiirustuksessa, julkisivupiirustuksessa ja asemapiirustuksessa reaaliaikaisesti. Pinta-ala- ja tilavuustiedot, sekä kaikki muu numeraalinen tieto, mitä tarkasteltavaan rakennusosaan on syötetty, päivittyy myös samalla visuaalisen päivityksen tavoin. Myös erinäisten luettelo- ja kaaviopohjaisten asiakirjojen ylläpito, päivittäminen ja muokkaaminen on dynaamista, jolloin muutokset näkyvät suoraan eri dokumenteissa. Varsinkin suuren hankkeen yhteydessä edellä mainittu mallin ja asiakirjojen "eläminen" vähentää virheitä, sekä piirustuksien ja suunnitelmien ristiintarkastukseen kuluvaa aikaa. Tämä antaa vuorostaan varsinaiseen suunniteluun ja vaihtoehtojen tarkasteluun lisäaikaa, jolloin käytettävissä olevat resurssit voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla.

## 2.3 Tietomallihankkeen koordinointi

Tietomallihankkeessa kokonaisuuden hallinta on tärkeää, kun mallien tietosisältö alkaa kasvaa ja eri suunnitteluosapuolten tietomalleja ryhdytään yhdistämään. Tähän tehtävään on suuremmissa hankkeissa määritelty vastuuhenkilö, tietomallikoordinaattori. Tietomallikoordinaattorin tehtäviin kuuluu nimensä mukaisesti koordinoita kyseisen hankkeen eri suunnittelualoja, sekä heidän tuottamia tietomalleja ja yhdistää ne tarkasteltavaksi kokonaisuudeksi. Yhdistelmämallista voidaan nähdä mahdolliset suunnitelmien ristiriitaisuudet jo hyvissä ajoin suunnitteluvaihetta ja tehdä tarvittavat korjaukset, sekä muutokset tarpeeksi ajoissa hanketta. Esimerkiksi sähkö- ja lvi-suunnitelmien yhteistarkastelu rakennemallissa helpottaa etsimään parhaita ratkaisuja ja toteutustapoja, sekä ennakoimaan ja ottamaan huomioon mahdolliset tilamuutokset.

Tietomallintaminen on tehokas tapa rakennushankkeen organisointiin ja tiedon hallintaan. Tämä edellyttää, että tietomallien toteutustapa on suunniteltu hyvin ja toteutustapaa on noudatettu kurinalaisesti ja vaatimusten mukaisesti.

## 2.4 Yleiset tietomallivaatimukset

Tietomallinnuksen yleistyessä rakennussuunnittelussa, on rakennushankkeen kaikissa vaiheissa muodostunut tarve entistä tarkempiin määrittelyihin miten ja mitä mallinnetaan. Tähän tarkoitukseen on julkaistu Senaatti-kiinteistöjen yleiset tietomallivaatimukset, jotka uudistuivat vuosien 2011 - 2012 aikana. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012) (kuvio 2) koostuvat päivitetyistä vuoden 2007 tietomallivaatimuksista, sekä neljästä täysin uudesta osasta.

Yleiset tietomallivaatimukset sisältävät mallitekniisiä vaatimuksia, niin käytettävistä ohjelmistoista, tiedostomuodoista, kuin mallinnustavoista ja mallinnustarkkuudesta rakennushankkeen eri vaiheissa. Tässä opinnäytetyössä pääpaino kohdistuu kohtiin 3 ja 8, jotka käsittelevät arkkitehtisuunnittelun tietomallivaatimuksia, sekä mallien käyttöä havainnollistamisessa. Mallinnusvaatimuksissa ohjeistetaan yhdenmukaiseen mallinnustapaan, sekä asetetaan vähimmäisvaatimukset mallien tietosisällölle. Vaatimusten lisäksi YTV2012 sisältää tietoutta eri mahdollisuuksista tietomallien hyödyntämiseen.



KUVIO 2. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 sisältö (Korhonen 2014)

## 2.5 Tietomallintaminen arkkitehtisuunnittelussa

"Tietomallipohjaisessa suunnitteluprosessissa arkkitehdin mallinnus on pakollista kaikissa suunnittelun vaiheissa. Arkkitehtimalli toimii pohjana kaikille muille malleille ja on keskeinen osa myös monia analyyseja ja simuloiteja. Siksi on ensiarvoisen tärkeää, että arkkitehtimalli tehdään teknisesti oikein kaikissa projektin vaiheissa". (YTV2012, osa 3, 5.)

Yleiset tietomallivaatimukset 2012, osa 3: Arkkitehtisuunnittelu, ohjeistaa arkkitehtimallinnuksessa yleisesti käytettävään mallinnustapaan, sekä määrittää vaatimukset arkkitehtimallin sisällölle. Dokumentti määrittää vaatimukset sille miten, mitä ja millä tarkkuudella mallinnus toteutetaan rakennushankkeen eri vaiheissa. Tietomallivaatimusohjeita sovelletaan käytettävän mallinnusohjelman ja rakennushankkeen tilaajan tarpeiden mukaan.

## 2.6 Arkkitehtisuunnittelun tietomallivaatimukset hankkeen eri vaiheissa

Rakennushankkeen alkuvaiheessa tietomallisuunnittelu ei välttämättä ole tavanomaista kolmiulotteista tietomallintamista. Suunnittelun alkuvaiheessa keskitytään tarveselvityksessä esille tulleiden tilahankintojen tai olemassa olevien tilojen muutostarpeen esittämiseen. Näin ollen vaatimusmallin minimivaatimus tässä vaiheessa hanketta onkin taulukkomuodossa oleva tilaohjelma, jota voidaan käyttää eri suunnitteluratkaisujen vertailussa. (YTV2012, osa 3, 11-12.)

Hankkeen edetessä hankesuunnitteluvaiheeseen rakennuskohteen ulkomuoto ja tontin korkomaailma alkavat hahmottumaan luodun tilamallin avulla. Hankesuunnitteluvaiheen tilamallia avuksi käyttäen tutkitaan eri suunnitteluvaihtoehtoja, sekä mallia voidaan myös hyödyntää eri analyysien ja simulointien tekemiseen. Tällöin mallilta vaaditaan jo enemmän tietosisältöä vaatimusmalliin verrattuna, kuten tilat ja niitä ympäröivät seinät, mutta vain karkeasti mallinnettuna. Mallista tehtävien energia-analyysien mahdollistamiseksi ulkoseinissä tulee olla ikkunat, mutta niiden muodolla tai sijainnilla ei simulointien kannalta tässä vaiheessa ole suurta merkitystä. (YTV2012, osa 3, 12.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa ratkaisua toteutettavaan rakentamiseen haetaan tarkemmilla tilamalleilla. Tässä vaiheessa hanketta tilamallin tarkoituksena on esittää yksityiskohtaisemmin vaihtoehtoja tilojen ryhmittelystä, sekä rakennuksen ulkoisesta muodosta ja rakennuksen sijoittumisesta tontille. Ehdotussuunnittelun tilamallissa tietosisällön tulee olla rakennusosien suhteen yksityiskohtaisempaa aiempaan verrattuna, jotta kohteesta saadaan mahdollisimman täsmällistä laajuustietoa. Rakennusosat ja tilat tulee mallintaessa tehdä niille tarkoitetuilla työkaluilla sekä tilojen käyttötarkoitus nimetä, jotta esimerkiksi mallista saatavien rakennusosien määräluettelot, tilaluettelot ja tilavuustiedot ovat paikkansapitäviä. (YTV2012, osa 3, 12.)

Siirryttäessä yleissuunnitteluun, ehdotussuunnitelmaa kehitetään edelleen eteenpäin yleissuunnitelmaksi. Rakennusosien mallintamisen taso tarkentuu ja suunnittelu kohdistuu rakennuksen kiinteään perusosaan ja muuttuvien tilojen kehittämiseen. Yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallissa kukin rakennuksen kerros mallinnetaan omana kokonaisuutenaan ja kerrosten tulee sisältää niihin tulevat tilat. Mallin ei tarvitse vielä sisältää kaikkia rakennusosiin liittyvää tietoa, kuten tilojen pintamateriaalitietoja, ikkunoiden ja ovien varsinaisia tyyppitietoja tai kaikkia varusteita ja laitteita. Nämä tiedot sisällytetään rakennusosamalliin muiden tarkennusten ohella toteutussuunnitteluvaiheessa, jossa malli kehitetään rakentamisen edellyttämään muotoon mitoitettujen suunnitelmien ja tuotemäärittelyjen myötä. (YTV2012, osa 3, 16-17.)

Rakennustöiden päätyttyä ja rakennuksen valmistuttua toteutussuunnitteluvaiheen rakennusosamalli päivitetään toteumamalliksi. Toteumamallissa tietomallin sisältö päivitetään vastaamaan toteutunutta lopputulosta urakoitsijoiden laatimia tarkepiirustuksia avuksi käyttäen. Tällöin mallia voidaan hyödyntää kiinteistön ylläpidon ja käytönaikaisten muutostöiden yhteydessä. (YTV2012, osa 3, 21.)

Rakennuksen käyttöönoton ja ylläpidon yhteydessä rakennusosamallista tehdään erillinen ylläpitomalli. Ylläpitomallin vaatimukset eroavat huomattavasti rakennusvaiheen aikaisista vaatimuksista ja siinä esitetään yleensä vain ylläpidon kannalta oleelliset tiedot. Ylläpitomallia hyödynnetään esimerkiksi kiinteistöhuollon yhteydessä. (YTV2012, osa 3, 21.)



KUVIO 3. Hankkeen tietomallirakenne (Korhonen 2014)

### 3 HAVAINNOLLISTAMINEN TIETOMALLINNUKSESSA

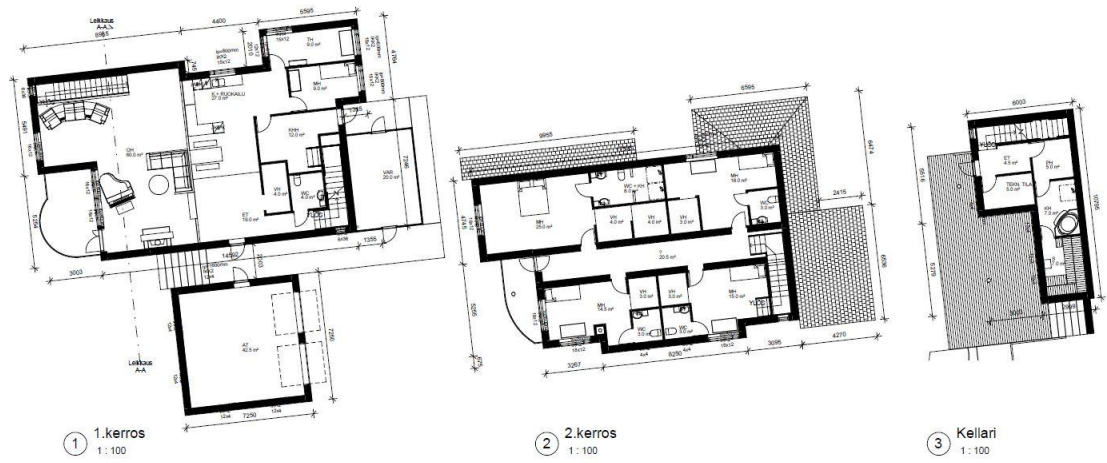
#### 3.1 Havainnollistamisen merkitys

Havainnollistaminen toimii tietomallinnuksessa työvälineenä eri ratkaisujen analysointiin ja vertailuun. Asioiden esittäminen visualisoinnin keinoin mahdollistaa useita lähestymistapoja ratkaisujen vertailuun ja päätösten tekoon. Kuva kertoo tunnetusti enemmän, kuin tuhat sanaa ja visuaalisessa muodossa esitetty tieto onkin joissain tapauksissa helpommin ymmärrettävissä, kuin sama asia tekstin ja numeroiden muodossa. Tämän vuoksi on tärkeää, että havainnollistamisessa otetaan tilanteen mukaan huomioon kuka on tiedon vastaanottaja ja mitkä asiat milläkin tarkkuudella ovat oleellisia esittää. Esimerkiksi kaavoitus- ja alue-suunnitteluhankkeiden yhteydessä havainnollistavia malleja käyttäen voidaan luoda kuva usean rakennuksen muodostamasta kokonaisuudesta, jonka avulla voidaan analysoida hankkeen vaikutuksia ja tekemiä muutoksia ympäristöön. Tarkkuutta ja täsmällistä tietoa vaativissa työvaiheissa suunnitelmien esittäminen kuvin, tekstein ja kaavioin helpottaa oikean lopputuloksen saavuttamisessa. Esimerkiksi erilaisten erikoislaitteiden tai rakennusosien asennuksissa vaaditaan suunnitelmista yksityiskohtaista tietoa ja esitystapoja.

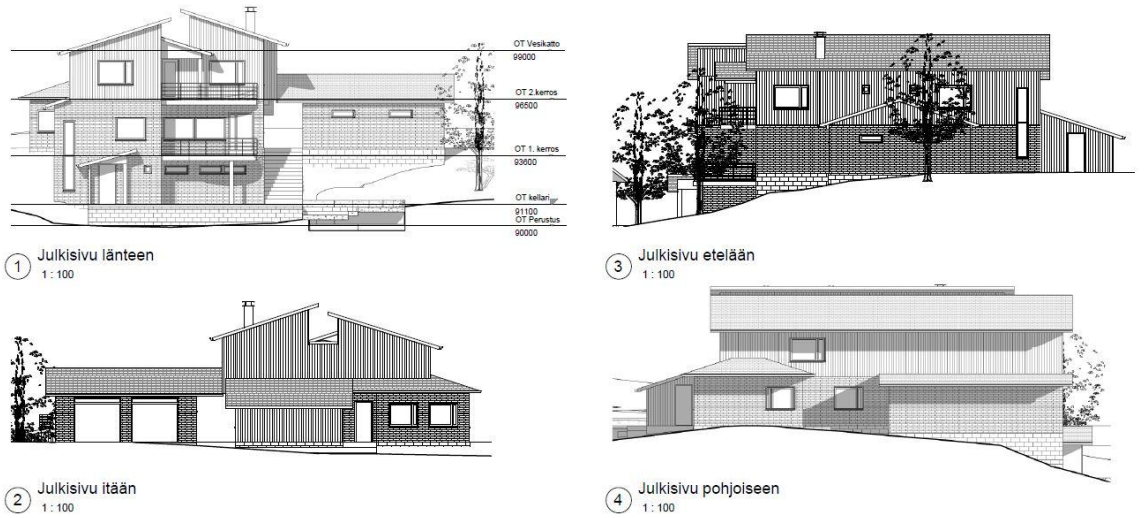
#### 3.2 Havainnollistamiskeinot

Havainnollistamista voidaan käyttää useisiin eri tarkoituksiin ja halutun viestin välittämiseksi on kiinnitettävä huomiota esitystapaan ja tiedon sisältöön, kuten aikaisemmin on tullut esille. Taulukko-, kaavio- ja luettelopohjainen havainnollistaminen on myös tärkeä osa suunnitelmien vaihtoehtojen vertailussa. Esimerkiksi taulukkoihin koottu tieto eri suunnitelmavaihtoehtoista onkin useasti selkeämmin ymmärrettävissä ja vertailtavissa, kuin monella eri piirustuksella esitettynä. Ajoittain tieto kuitenkin välittyy parhaiten kuvien avulla.

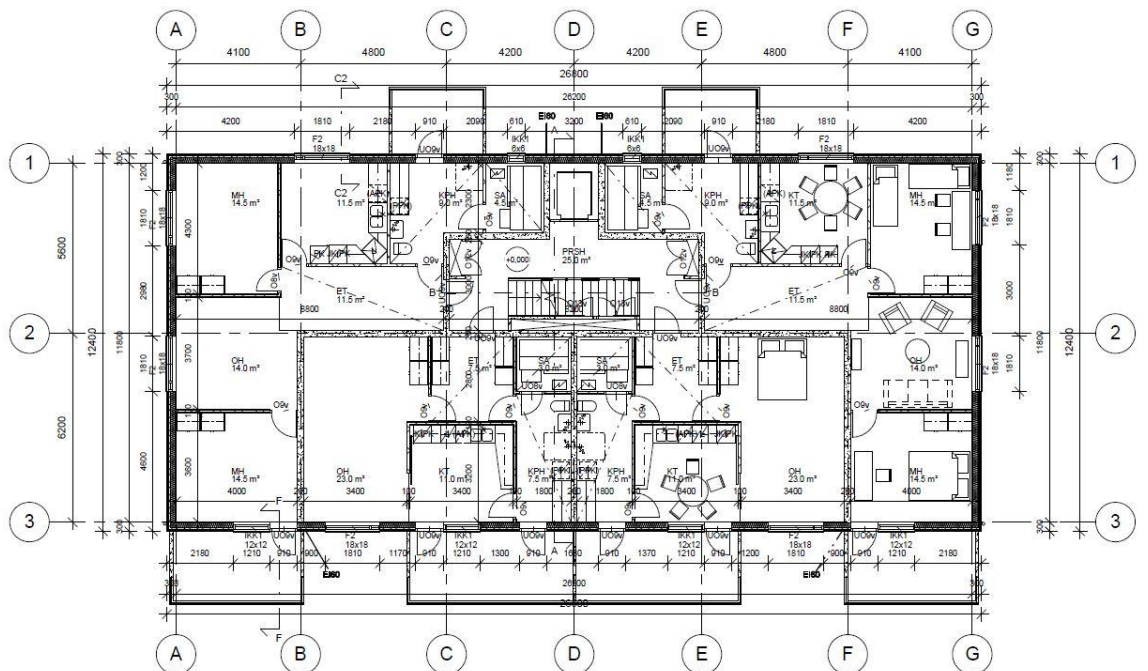
Tietomalleista voidaan tuottaa perinteisiä 2D-kuvia, kuten pääpiirustuksia ja työpiirustuksia (kuva 1, 2 ja 3) ja 3D-ominaisuutta hyödyntäen myös valokuvamaisia visualisointeja, jotka ilmaisevat suunnittelijan näkemystä hankkeesta ja siinä tehdyistä suunnitteluratkaisuista (kuva 4). Visualisointeja tehdään niin ulko-, kuin sisätiloista havainnollistamaan valmista tilannetta ja visualisointien tarkkuudessa pyritään tällöin fotorealistiseen lopputulokseen. Tänä päivänä tietotekniikka on kehittynyt niin, että hyvin tehtyä ja toteutettua 3D-mallin visualisointia on vaikea erottaa oikeasta valokuvasta. Todellisuutta jäljittelevien havainnekuvien merkitys korostuu etenkin markkinoinnissa, jolloin visualisoinnilla voidaan näyttävästi korostaa ja esittää haluttuja suunnitteluratkaisuja. (YTV2012, osa 8, 5.)



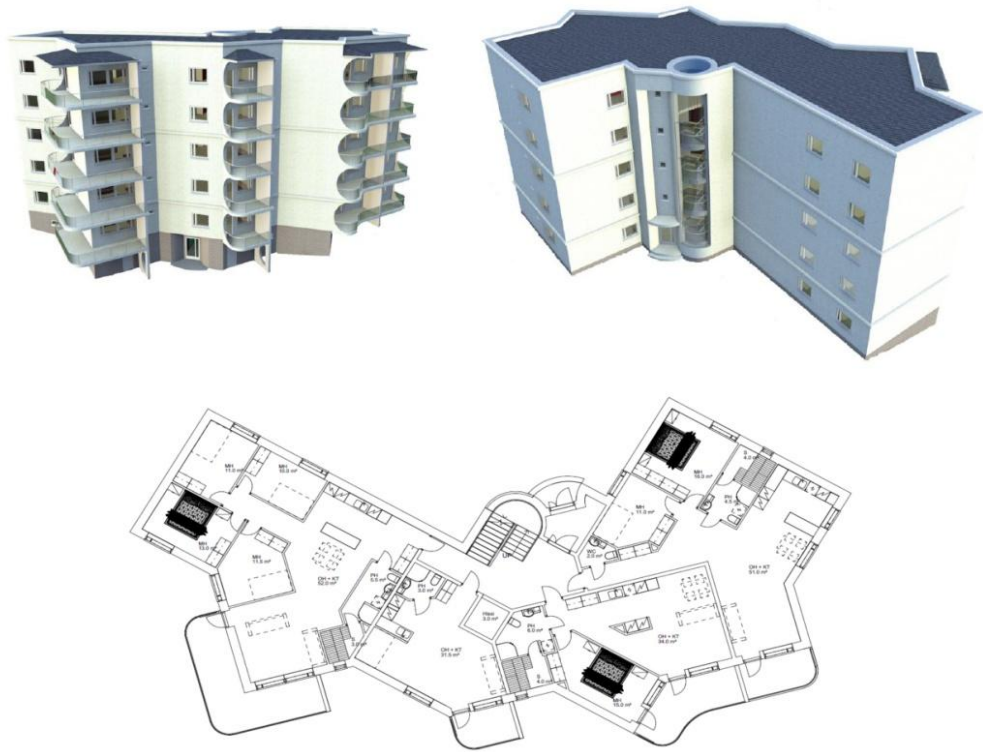
KUVA 1. Luonnospiirustus (Korhonen 2012)



KUVA 2. Julkisivupiirustus (Korhonen 2012)



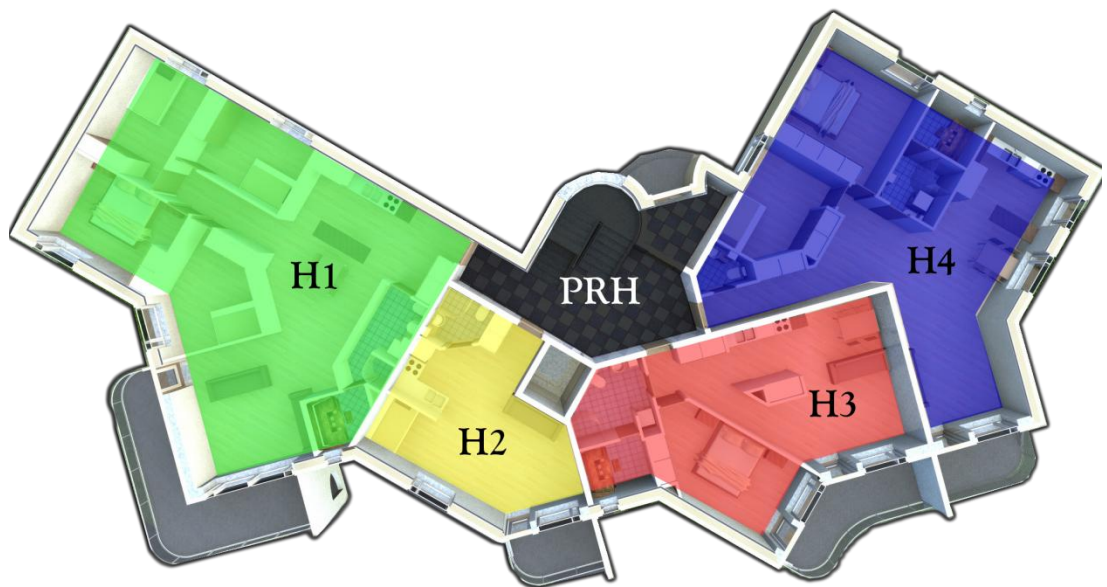
KUVA 3. Työpiirustus (Korhonen 2014)



KUVA 4. Kerrostalosuunnitelman havainnollistamista visualisoinnein (Korhonen 2013)

Tietomallipohjaisessa rakennushankkeessa tietomallia käytetään myös eri suunniteluosapuolten välillä teknisten ratkaisujen vertailuun visuaalisen havainnollistamisen keinoin. Tällöin tärkeintä ei ole niinkään esitystavan visuaalinen laatu, vaan sisällön selkeys. Mallissa voidaan esimerkiksi tarkastella erilaisten ratkaisujen toimivuutta korvaamalla eri kokonaisuusien todelliset materiaalit väreillä, jolloin esitystapa voi olla selkeämmin ymmärrettävissä. Tällöin paljon yksityiskohtia ja asiantietoa sisältävä malli jaetaan suurempiin kokonaisuuksiin, jolloin asioita on helpompi tarkastella suuremmissa mittakaavalla. Kuvassa 5 on esitetty, kuinka värejä käyttämällä on selkeytetty kerrostalon kerroskohtaisen tilajärjestelyn esittämistapaa. Väreillä osiin jaetuista pohjakuvasta näkee nopeasti, miten huoneistot sijoittuvat kerroksessa verrattuna kuvan 6 esitystapaan. Kuvan 6 esitystapa soveltuu hyvin siihen, kun kerrosta aletaan tutkia yksityiskohtaisemmin ja tällöin tarkemmin esitetty lattiamateriaali toimii havainnollistamaan eri tilojen käyttöä. Parketti kuvaa tällöin oleskelutiloja, kun taas laatoitetuilla alueilla kuvataan märkätiloja. Pohjakuvaa voidaan tarkastella näin ollen huonekohtaisesti ja nähdä, kuinka eri tyyppiset tilat on sijoitettu huoneistojen sisällä. Myös eri suunnittelualojen tuottamien suunnitelmien yhteensovittamista keskenään voidaan tarkastella väreillä, jolloin ristiriitaisuudet ja suunnitelmien päällekkäisyydet voidaan havaita helpommin käyttämällä värejä.





KUVA 5. Kerroksen huoneistot eroteltuina eri värein (Korhonen 2014)



KUVA 6. Kerroksen huoneistojen tilajärjestely eri lattiamateriaalein esitettynä. Mahdollista kalustusjärjestystä myös esitetty. (Korhonen 2014)

Suunnitteluohjelmiston avulla mallin sisällä voidaan myös liikkua virtuaalisesti, joka onkin yleistä suunnitelmien laadunvarmistuksessa, jolloin tarkastellaan eri suunnittelumallien yhteensopivuutta yhdistämällä mallit yhdeksi kokonaisuudeksi. Rakennusta voidaan tarkastella kirjaimellisesti sisältä käsin, joko henkilön näkökulmasta tai vapaasti liikkuen ja tarkastella tällä tavoin eri suunnitteluratkaisujen yhteensopivuutta. Mallin sisällä liikkuminen havainnollistaa eri suunnitelmien yhteensopivuuden lisäksi hyvin esimerkiksi materiaalivaihdokset eri tilojen ja niiden pintojen välillä, korko- ja sijaintiedot rakennus- ja tuoteosissa, sekä valaistuksen vaikutusta tiloihin. (YTV2012, osa 8, 5)

Uutena havainnollistamisen muotona kotitalouksille on tullut tuotevalmistajien markkinointikäyttöön tulleen ilmaisohjelmat. Tietotekniikan- ja ohjelmistokehityksen myötä kenen tahansa esimerkiksi maalaustöihin, keittiö- tai kylpyhuoneremonttiin ryhtyvän on mahdollista suunnitella ja tuottaa havainnollistavia kuvia itselleen vaikkapa värivalintoja tai sisustusta pohtiessa. Useilta tuotevalmistajilta löytyy niiden Internet-sivuiltaan ohjelmistoja (kuva 7), joiden avulla voi vertailla eri vaihtoehtoja ennen hankkimispäätöksiä. Ohjelmat ovat parhaimmillaan hyvin intuitiivisia ja helppokäyttöisiä, eikä niiden käyttäminen välttämättä vaadi erillistä asennusta. Nykyään lähes jokaisen rakennusosan ja rakennusalan tuotteen kohdalla voidaan tutkia ja vertailla eri valmistajien tarjoamia vaihtoehtoja tuottamalla ensin havainnollistavia kuvia omista suunnitelmista. Näin ollen saadaan suuntaa antavia esityksiä lopputuloksista eri tuotteita ja valmistajia vertaamalla.



KUVA 7. Esimerkki Internet-sivujen kautta käytettävästä ohjelmasta, jonka avulla voidaan vaihdella värejä eri rakennusosissa vertaillen väriyhdistelmiä. (Tikkurila)

### 3.3 Tietomallin visualisointi

Tietomallihankkeessa suunnitelmien visualisoinnilla saadaan ennakkoa, miltä toteutettu lopputulos voisi näyttää, joka suunnitelmia kehittäessä helpottaa päätösten tekoa, kuten aikaisemmin on tullut esille. Joskus suunnitelmien havainnollistamisessa voidaan kuitenkin keskittyä liikaa loppuunsa hiottuun visuaaliseen ilmeeseen ja kokonaisuus saattaa tällöin jäädä taka-alalle. Suunnitelmien tarkentuessa tämä voi tulla esille siten, että esimerkiksi rakenteelliset ratkaisut ja materiaalit rajoittavat visualisoinneissa esitetyt ratkaisut, jonka myötä lopputulos eroaa visioidusta. Yleinen käytäntö onkin, että visualisoinneissa esitetty tietosisältö ja käytetyt havainnollistamiskeinot määritetään aina projektikohtaisesti.

Visualisointi käsittää perinteisten valokuvamaisten ja todellisuutta jäljittelevien still-kuvien lisäksi myös liikkuvan kuvan tuottamisen tietomallista. Mallista tehdyt animaatiot ja videot ovatkin hyvin toteutettuina hyvä keino etenkin suurten rakennushankkeiden esittelyyn ja markkinointiin. Visuaalinen ilme voi usein olla markkinointiin ja brändäykseen tarkoitetuissa visualisoinneissa todellisuutta yliampuvaakin, jolloin tuotetut kuvat tai videot poikkeavat siitä, mitä tietomallien visualisoinnilla yleensä esitetään.

### 3.4 Renderointi

Tietomallista saataviin visuaalisiin kuviin ja videoihin viimeinen silaus todentuntuuteen saadaan luotua renderoinnin avulla. Renderoinnilla tarkoitetaan prosessia, jossa tietokoneohjelman avulla mallista luodaan kuva. Kuvan muodostamiseen käytettävä malli sisältää tietoa esimerkiksi katselukulmista, tekstuureista, valaistuksesta ja varjostuksista datan muodossa. Renderointiprosessissa tietokoneohjelma laskee virtuaalivalon vaikutukset mallin sisältämiin objekteihin ja niiden pintatekstuureihin, josta lopputuloksena saadaan digitaalisessa muodossa oleva kuva (kuva 8). Yleensä renderoinnin pystyy tekemään samalla ohjelmalla, millä mallikin on luotu, mutta tähän tarkoitukseen on olemassa myös erillisiä ohjelmia.



KUVA 8. Renderoitu esittelykuva rakennuksesta ja sen ympäristöstä (Korhonen 2013)

### 3.5 Ohjelmistot ja laitteisto

Tietomallinnuksessa käytettävät yleisimmät ohjelmistot, kuten *ArchiCAD*, *Revit* ja *AutoCAD* ovat yleisimpiä ohjelmistoja myös renderointien tekemisessä. Tämä johtuu ymmärrettävästi siitä, että samaa ohjelmaa voidaan käyttää niin mallintamiseen, kuin renderoimiseenkin. Mallinnusohjelmistojen sisältämät renderointimoottorit ovat kuitenkin hitaita ja vaativat käytettävältä laitteistolta paljon, etenkin korkealaatuisten visualisointien yhteydessä. Tämä johtuu osittain siitä, että ohjelma käsittelee kuvaa luodessaan koko tietomallin sisältämää tietoa, eikä vain renderoinnin kannalta oleellista tietoa. Tällöin varsinkin paljon tietoa sisältä-

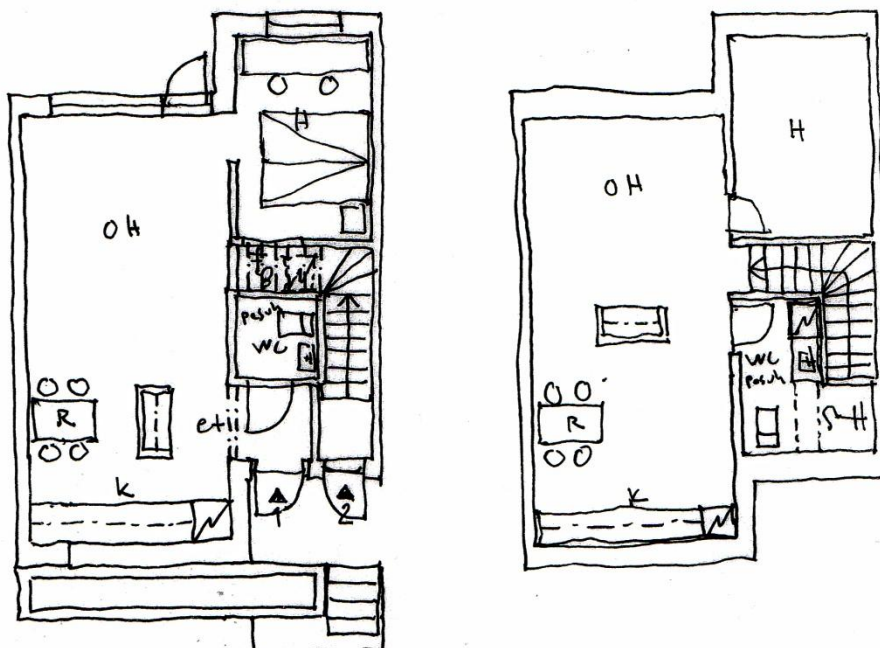
vien mallien renderoinnissa voi yhden kuvan tekemiseen kulua useita tunteja käytettävästä laitteistosta riippuen.

Renderointia varten on olemassa myös ohjelmistoja, jotka keskittyvät ainoastaan renderointiin. Erillisen renderointiohjelman käyttö vähentää tietokoneen käyttämää kuvan laskeamiseen kulutettua aikaa, sillä ohjelma käsittelee mallista ainoastaan objekteja, joihin virtuaalivalon vaikutukset kohdistuvat. Kun renderointi suoritetaan erillisellä ohjelmalla, ei tietomallin parissa työskentelyä tarvitse lopettaa renderoinnin ajaksi, vaan mallintamista voidaan tehdä samanaikaisesti mallinnusohjelmalla. Myös tämä nopeuttaa ja tehostaa ajankäyttöä. Jos malliin tehdään myöhemmin muutoksia, voidaan uudistetun mallin renderoinnissa käyttää jo aiemmin renderointiohjelmassa tehtyjä asetuksia ja näin ollen samaa työvaihetta ei tarvitse enää toistaa uudelleen.

## 4 MALLINTAMINEN JA VISUALISOINTI

### 4.1 Työn tavoite ja lähtömateriaali

Työn tavoitteena oli tutkia arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta, mitä vaatimuksia YTV2012 asettaa tietomallinnukseen. Mallinnusvaatimusten toteuttamista käytännössä sovellettiin kehittämällä ja muokkaamalla arkkitehdin tekemiä tietomalleja. Tietomallien kokonaisuus muokattiin yleisten tietomallivaatimusten mukaisiksi ja tietomalleista tehtiin uusia rakennusten tietomalleja arkkitehdin piirtämien luonnoskuvien pohjalta (kuva 9). Luonnoskuvat sisältsivät pohjapiirustukset yksi-, kaksi- ja kolmekerroksisten asuntojen tilajärjestelyistä. Jokaisesta asuntotyypistä täytyi tehdä kaksi, neljä ja kuusi asuntoa sisältävät rakennukset. Kunkin rakennuksen sisältämät asunnot muodostettiin siten, että vierekkäiset asunnot olivat aina toistensa peilikuvia. Tietomallien tekemisessä kiinnitettiin erityistä huomiota eri rakennusosien mallintamiseen käytettävien työkalujen käyttöön, sekä tietomallien sisällön jäsentelyyn.



KUVA 9. Eräs arkkitehdin piirtämä luonnos kaksikerroksisen rakennuksen tilajärjestelyistä, jossa ala- ja yläkerrassa erilliset asunnot (Repo 2013)

Yleisten tietomallivaatimusten lisäksi työn tavoitteena oli tutkia tietomallien havainnollistamista visuaalisten havainnekuvien tuottamisen keinoin. Tämä toteutettiin tekemällä havainnekuvat erillisellä renderointiohjelmalla, jolloin saatiin tietoa vaihtoehtoisesta tavasta havainnekuvien tekemisestä mallinnuksessa käytetyn ohjelman sijaan.

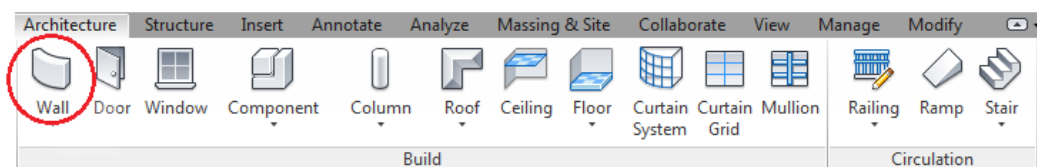
## 4.2 Rakennusten mallintaminen *Revit Architecture* -ohjelmalla

Tämän opinnäytetyön tietomallinnus tehtiin *Revit Architecture 2013* -ohjelmalla ja mallinnuksessa noudatettiin Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV2012) -julkaisusarjan arkkitehtisuunnittelulle suunnattua osaa. Rakennuksiin mallinnettiin myös osittain sellaista, mitä arkkitehtimalleihin ei vaadita mallinnettavan. Vaatimuksista poikkeavat mallinnetut rakennusosat liittyivät rakennuksien visuaalisiin yksityiskohtiin, jotka toivat lisäarvoa havainnekuviin.

Rakennuksen osat koostuvat pääosin perustuksista, alapohjasta, rungosta, julkisivuista, vesikatosta ja ulkotasoista. Tietomallinnuksessa nämä rakennuksen osat tehdään aina niille tarkoitetuilla työkaluilla, jotta tietomallia voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla ja mallista saatava informaatio olisi todenmukaista. Seuraavassa on tarkasteltu rakennusosien mallintamisen vaiheet siitä, mitä mallinnettiin, miten mallinnettiin ja millä työkaluilla kyseiset rakennusosat tulee *Revitissä* mallintaa.

Yleisten tietomallivaatimusten (YTV2012) mukaan rakennukset kuuluu mallintaa aina kerroksittain, sillä sen tiloja käsitellään suunnittelussa ja työmaalla pääosin kerroksittain. Myös malleista laadittavat analyysit tehdään usein kerroksittain, jolloin kerroskohtaisen mallinnustavan hyödynnettävyys korostuu. Näitä ohjeita noudattaen rakennukset mallinnettiin kerroksittain.

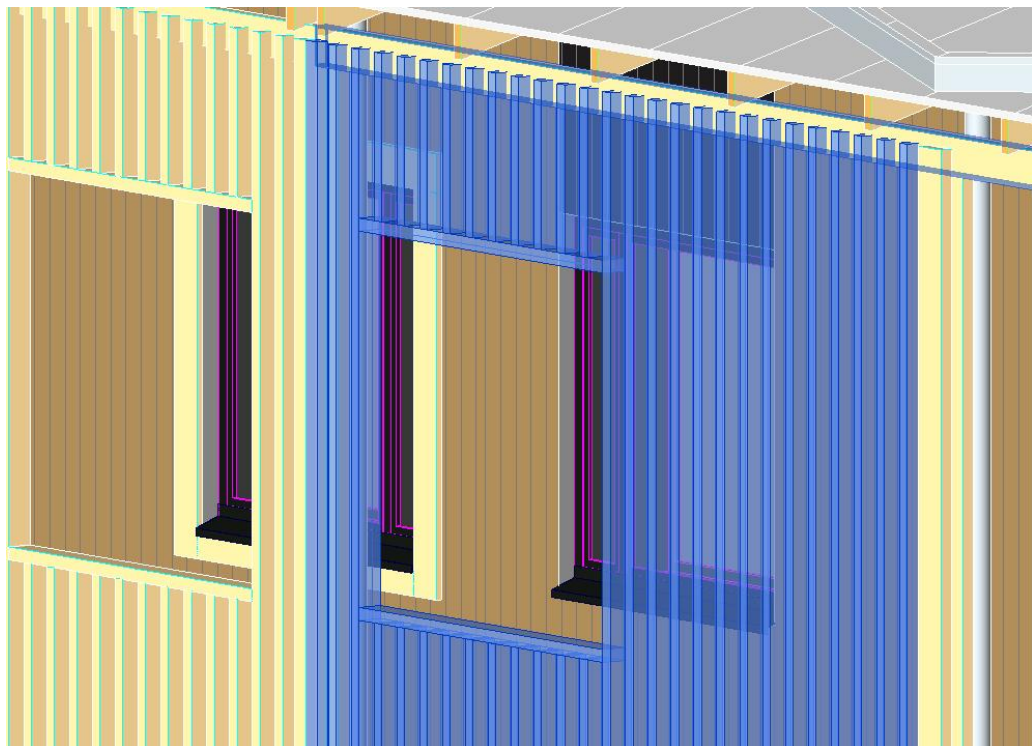
Arkkitehtimallisissa perustuksia ei tarvitse mallintaa, mutta sokkelirakenteet täytyy mallintaa ainakin maanpäällisin osin. Mikäli käytettävässä ohjelmassa ei ole omaa työkalua kyseisten rakenteiden mallinnukseen, niin mallintaminen tapahtuu seinätyökalua käyttäen. Tällöin on huolehdittava tunnistein, että mallinnetut sokkelit ja perusmuurit erottuvat seinistä. (YTV2012, Osa 3, 7&23.) Tässä työssä rakennusten perustusrakenteista maanpäällisesti näkyi pieni osa sokkelia ja rakenteet mallinnettiin *wall*-työkalua (kuva 10) käyttäen. Mallinnetut rakenteet merkittiin tunnistein, jotta ne pystytään erottamaan muista seinärakenteista. Tällöin määräluettelossa rakennuksen perustukset erottuvat muista seinärakenteista.



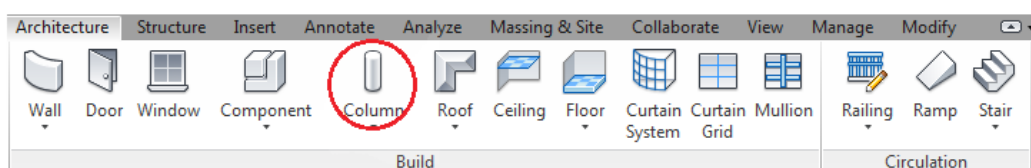
KUVA 10. Seinien mallinnukseen käytettävä työkalu

Seinien mallinnuksessa käytetään seinätyökalua. Seinät mallinnetaan lattian yläpinnasta väli- tai yläpohjan alapintaan. Poikkeuksena ovat ulkoseinät ja portaan viereiset seinät, jotka mallinnetaan kerroksen korkuisena. (YTV2012, Osa 3, 17.) Tässä työssä käytettiin arkkitehdin ennalta määritettyjä seinien rakennetyyppejä ja jokainen seinätyyppi merkittiin yksilöllisin tyyppitunnistein. Ulkoseinät merkittiin US- etuliitein ja väliseinät VS- etuliitein. Seinät mallinnettiin jo aiemmin mainittua seinätyökalua käyttäen. Seinät mallinnettiin lattian yläpinnasta yläpuolisen laatan alapintaan, lukuun ottamatta ulkoseiniä ja portaiden viereisiä seiiniä, jotka mallinnettiin kerroksen korkuisina.

Kaikkia seiiniä ei kuitenkaan ollut mahdollista mallintaa seinätyökalulla, sillä rakennukset sisälsivät kaksoisjulkisivun, joka koostui ulkoseinästä irti olevasta puusäleiköstä. Halutun lopputuloksen saamiseksi kaksoisjulkisivu mallinnettiin ulkoseinästä erillisenä olevana kokonaisuutena, jossa seinä tehtiin rakennekomponenteista (kuva 11). Puupilareista koostuva puusäleikkö mallinnettiin palkkien ja pilareiden mallinnukseen soveltuvaa työkalua käyttäen (kuva 12).

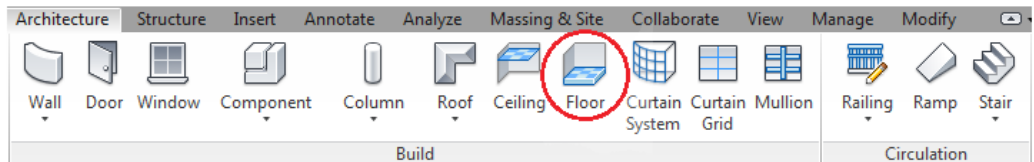


KUVA 11. Puusäleiköstä koostuva kaksoisjulkisivu

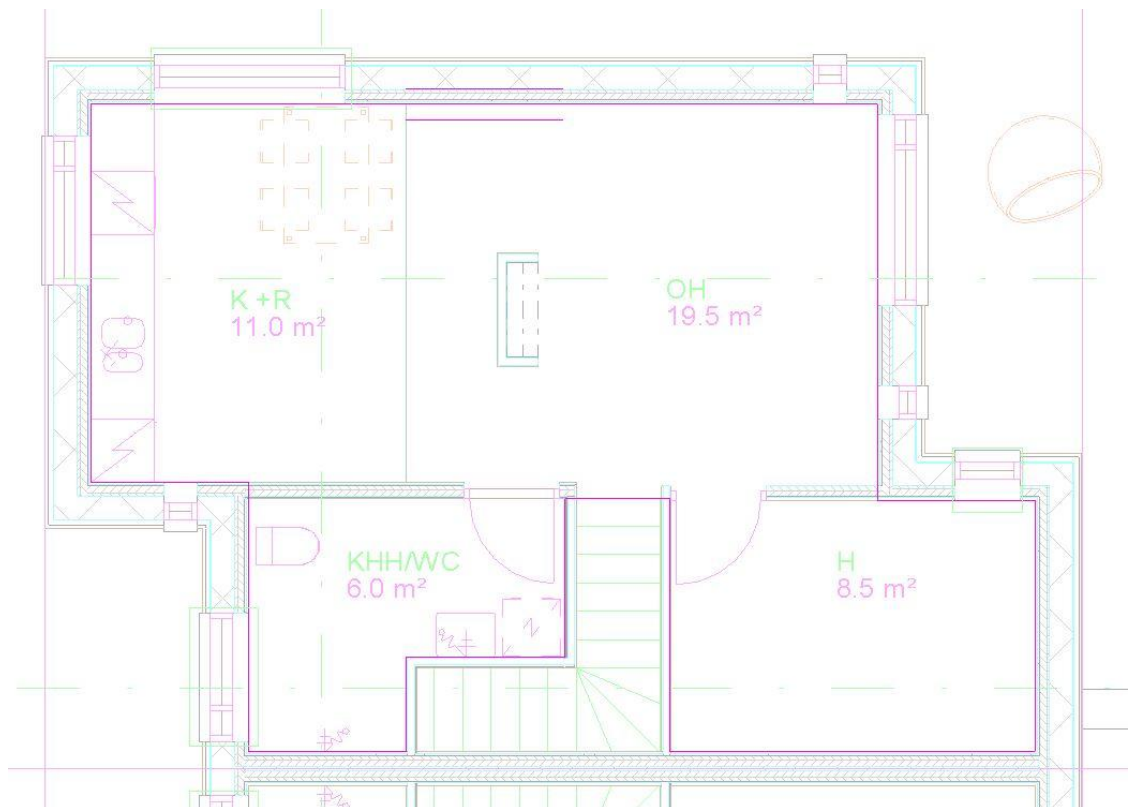


KUVA 12. Palkkien ja pilareiden mallinnukseen käytettävä työkalu

Rakennuksen ala-, väli- ja yläpohjien mallintamiseen käytetään laattatyökalua. Laatan ja seinän liittymäkohdassa laattaa ei mallinneta seinän sisään, vaan laatta mallinnetaan seinän sisäpintaan. Lattioiden kaatoja esimerkiksi pesuhuoneessa tai saunassa ei yleensä mallinneta. (YTV2012, Osa 3, 18.) Tässä työssä ala-, väli- ja yläpohjat mallinnettiin *floor*-työkalulla (kuva 13). Mallinnetut laatat rajattiin ulkoseinien sisäpintaan ja välipohjiin tehtiin tarvittavat aukot portaita varten (kuva 14). Märkätiloihin kaatoja ei mallinnettu yleisen käytännön mukaisesti.



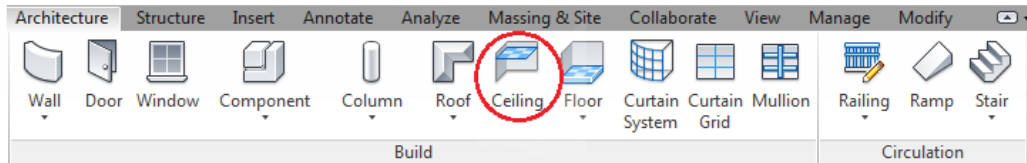
KUVA 13. Ala-, väli- ja yläpohjien mallinnukseen käytettävä työkalu



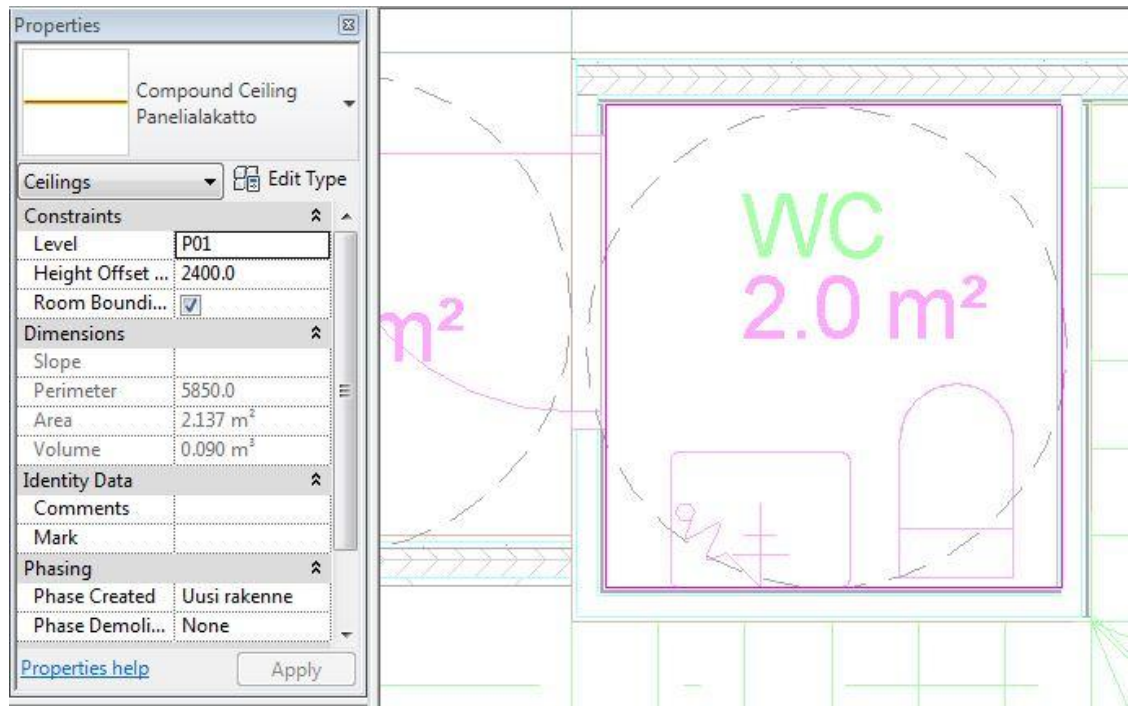
KUVA 14. Välipohja rajautuu seinien sisäpintaan ja siihen on tehty aukko porrasta varten

Alakattoja mallintaessa käytetään joko laattatyökalua tai alakattotyökalua, mikäli mallinnusohjelma sellaisen sisältää. Alakattojen kannakerakenteita ei tarvitse mallintaa. (YTV2012, Osa 3, 19.) *Revit Architecture* sisältää oman työkalun alakattojen mallintamiseen ja alakatot mallinnettiin *ceiling*-työkalua käyttäen (kuva 15). Muun muassa WC-, kylpyhuone- ja saunatilojen alakatot mallinnettiin tätä työkalua käyttäen (kuva 16).



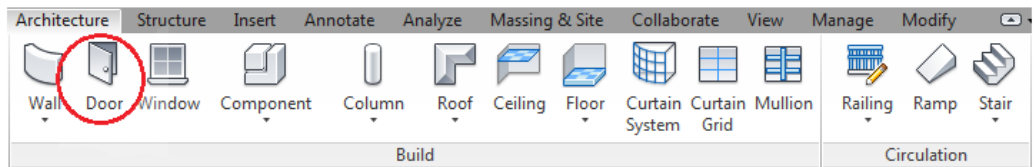


KUVA 15. Alakattojen mallinnukseen käytettävä työkalu

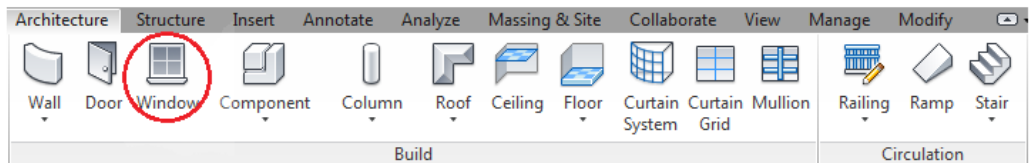


KUVA 16. WC-tilan alakatto. Alakaton ominaisuuksia, kuten korkeutta, voidaan muuttaa sen *properties*-valikosta.

YTV2012 mukaan ikkunat mallinnetaan ikkunatyökalulla ja ovet ovityökalulla. Alustavassa rakennusosamallissa ikkunoiden ja ovien ei tarvitse sisältää tyyppitietoja tai heloitustunnuksia. Ovityökalulla voidaan mallintaa myös seinässä oleva kulkuaukko, vaikka siinä ei ovea olisikaan. Tällöin ovi on nimettävä aukoksi sekaannusten välttämiseksi. (YTV2012, Osa 3, 18.) *Revit Architecture*ssa ovet mallinnettiin *door*-työkalulla (kuva 17) ja ikkunat *window*-työkalulla (kuva 18). Rakennuksissa oli seiiniä, joissa oli ilman ovea olevia oviaukkoja tilojen välillä. Kyseiset oviaukot tehtiin myös *door*-työkalulla ja ovien tunnisteisiin merkittiin kyseessä olevan oviaukko, jotta sen erottaa muista ovista määräluetelloissa. Oviin ja ikkunoiden tyyppitiedot merkittiin työssä sovitulla tarkkuudella.

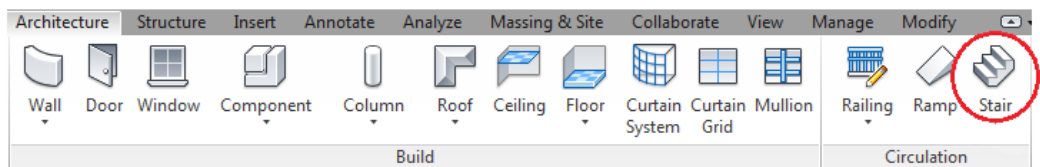


KUVA 17. Ovien mallinnukseen käytettävä työkalu



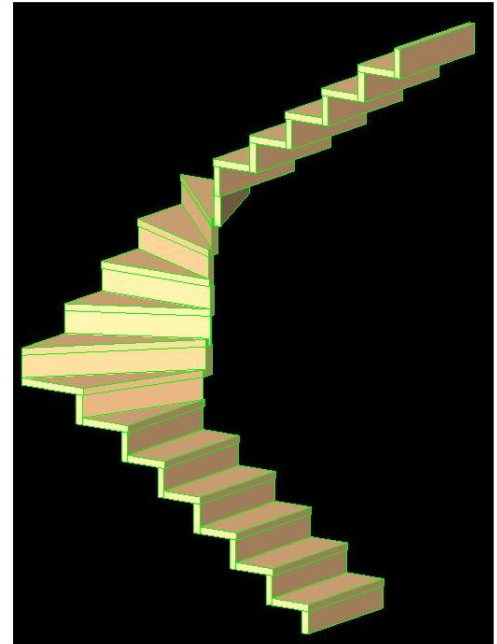
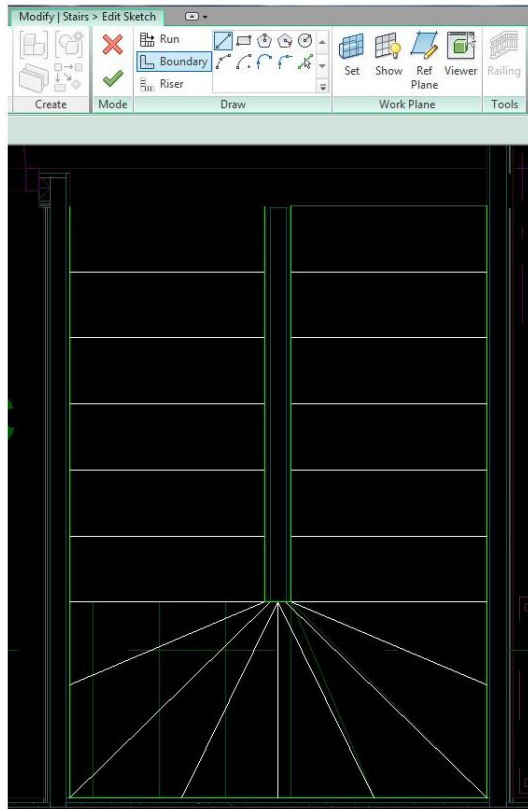
KUVA 18. Ikkunoiden mallinnukseen käytettävä työkalu

Portaiden mallinnukseen käytetään porrastyökalua ja portaat mallinnetaan aina erikseen kerroskohtaisesti. Portaiden mallinnuksessa voidaan tarvittaessa käyttää myös laattatyökalua esimerkiksi lepo-, kerros- tai porrastasoja mallintaessa. (YTV2012, Osa 3, 19.) Rakennuksissa esiintyvät portaat mallinnettiin *stair*-työkalua (kuva 19) käyttäen. Portaat mallinnettiin kerroskohtaisesti ja jokainen porraskerros muodostui kokonaisuudessaan yhdestä objektista.



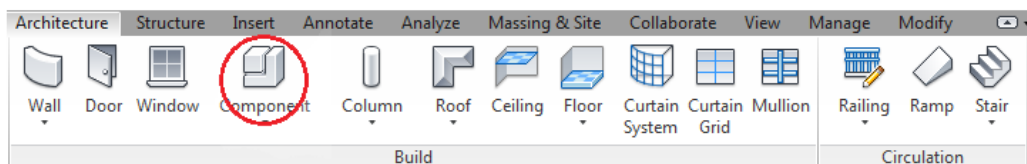
KUVA 19. Portaiden mallinnukseen käytettävä työkalu

Kolmikerroksisen asunnon porraskerros (kuva 20) mallinnettiin *stair by sketch* -työkalua käyttäen, joka löytyy *Revit*istä jo aiemmin mainitun *stair*-työkaluvalikon alta. Työkalua käytetään silloin, kun ohjelman sisältämät valmiit portaat eivät sovellu käyttökohteeseen tai eivät muutoin ole muokattavissa tilanteen vaatimalla tavalla.



KUVA 20. U-tyyppisen portaan mallinnusta *stair by sketch* -työkalua käyttäen

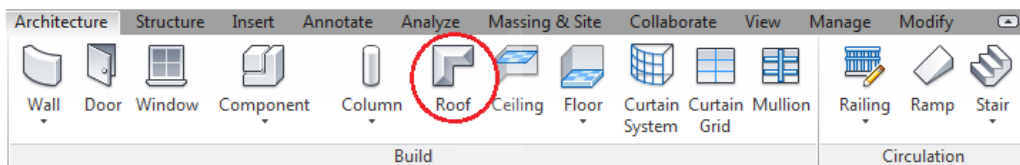
Yleisten tietomallivaatimusten (YTV2012) mukaan kiintokalusteet ja laitteet mallinnetaan kalustetyökalulla. Halutut irtokalusteet kuuluu mallintaa omille kuvatasoilleen tai muuten järkevästi eroteltuina, jolloin ne pystytään helpommin erottamaan urakkaan kuuluvista osista. Tässä työssä kiinto-, irtokalusteet ja laitteet mallinnettiin *component*-työkalulla (kuva 21). Kiintokalusteet ja laitteet mallinnettiin joka asuntoon, mutta irtokalusteet vain yhteen asuntoon rakennusta kohti. Koska asunnot olivat rakennuskohtaisesti aina peilikuvia toisistaan, kaikkien irtokalusteiden mallinnus ei ollut tarpeen. Tällä pyrittiin rajoittamaan projektitiedoston kokoa, jolloin tietomallin käsittely ei turhaan kuormita käytettävää laitteistoa.



KUVA 21. Objektien mallinnukseen käytettävä työkalu

Vesikattorakenteiden mallintamiseen yleisissä tietomallivaatimuksissa (YTV2012) ei esitetä tiettyä tapaa, mutta jos mallinnusohjelma sisältää erillisen kattotyökalun, niin silloin sitä on syytä olettaa käytettävän. Vesikaton laitteita ja varusteita yleiset tietomallivaatimukset ei vaadi mallinnettavan, ellei niistä hankkeen määrittelyn yhteydessä erikseen sovita. *Revit* sisältää oman työkalun katon mallintamiseen, joten työssä katot mallinnettiin kyseistä *roof*-työkalua (kuva 22) käyttäen. Rakennuskohtaiset asunnot oli mallinnettu lohkoittain, joten

myös katto mallinnettiin lohkoittain. Lisäksi katolle mallinnettiin visuaaliseksi yksityiskohdaksi pystykourut sekä piipunhatut (kuva 23).

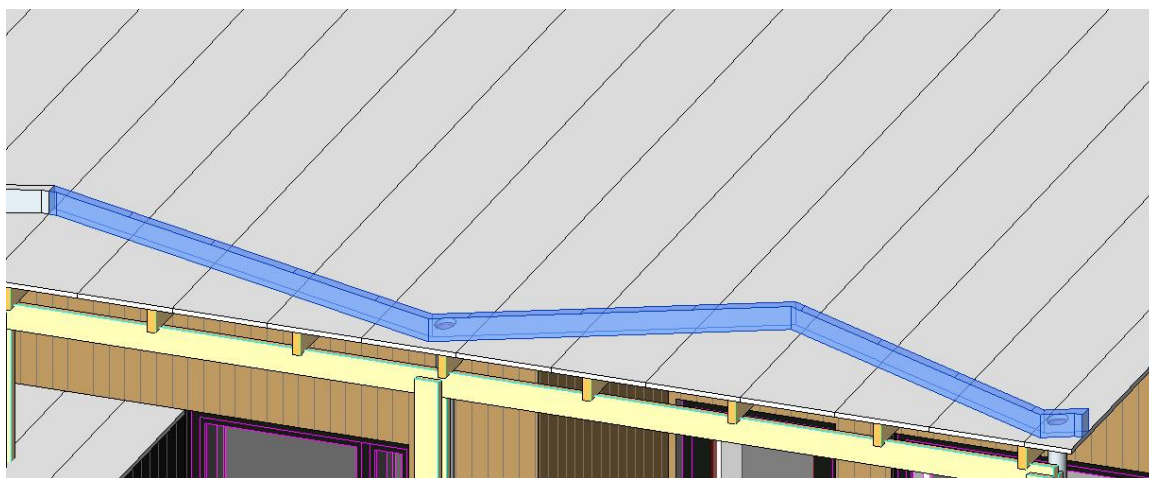


KUVA 22. Katon mallinnukseen käytettävä työkalu



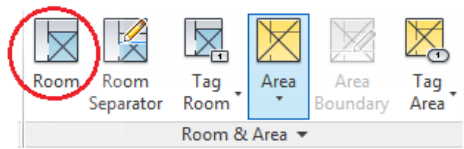
KUVA 23. Vesikatto, johon on mallinnettu yksityiskohdaksi pystykourut ja hormien piipunhatut.

Pystykouruista ei ollut valmista objektiä, joten ne jouduttiin mallintamaan ohjeita soveltaen. Kourut mallinnettiin lohkoittain yhtenä elementtinä kattotyökalua käyttäen (kuva 24).

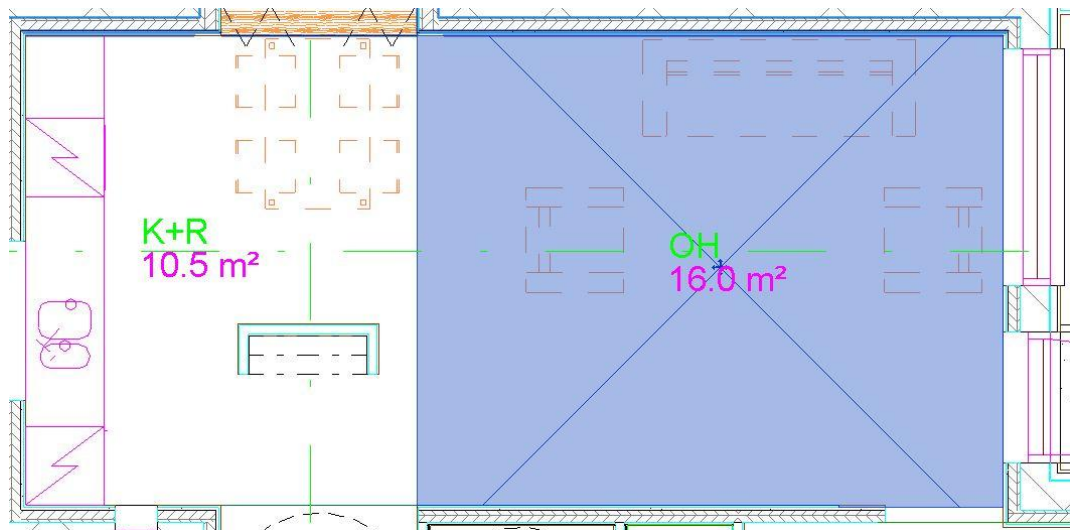


KUVA 24. Pystykourun mallintaminen

Tilojen mallintamiseen YTV2012 ohjeistaa käytettävän ohjelmiston sisältämää tilatyökalua. Tässä työssä tilat mallinnettiin *room*-työkalulla (kuva 25). Kyseinen työkalu laskee automaattisesti tilan pinta-alan seinien sisäpintoja myöten, mutta tilan tilavuustietoa varten käyttäjän on annettava tilan korkeus, jotta tilan tilavuus lasketaan oikein. Tässä työssä rakennukset sisälsivät myös huoneita, jotka sisälsivät enemmän, kuin yhden tilan. Tällaisissa tapauksissa tilat erotettiin toisistaan *room separator* -työkalun avulla (kuva 26).



KUVA 25. Tilojen mallinnukseen käytettävä työkalu



KUVA 26. Keittiö- ja oleskelutilojen välillä ei ole jakavia seiniä, mutta tilat voidaan jakaa omiksi tiloikseen *room separator* -työkalun avulla.

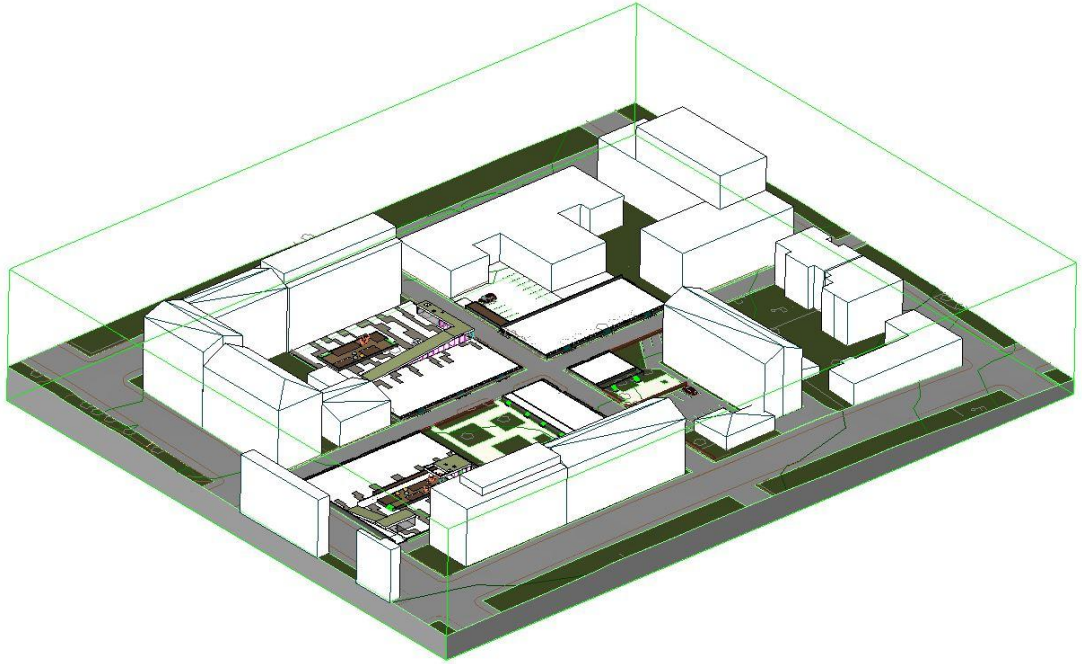
Edellä esitetyt työvaiheet rakennusosien mallintamista koskien tehtiin kaikkiin tietomalleihin, jonka jälkeen rakennuksia voitiin ryhtyä sommittelemaan erilliseen maastomalliin. Luonnoskuvista muodostui 12 erilaisen rakennuksen tietomallit. Rakennusten keskinäiset erot muodostuivat tilajärjestelyistä, kerroskorkeudesta, sekä rakennuksessa olevien asuntojen määrästä. Kuvassa 27 on esitetty erilaisia kerroskorkeudeltaan ja asuntojen määrältään olevia rakennusten malleja *Revitin* perus 3D-näkymästä katsottuna.



KUVA 27. Yksi-, kaksi- ja kolmekerroksisten rakennusten malleja

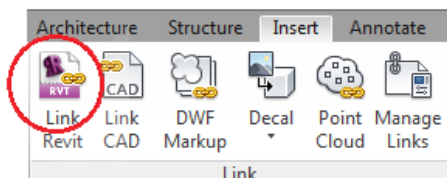
### 4.3 Havainnekuvien toteuttaminen

Havainnekuvien toteuttamista varten täytyi aluksi luoda skenaario, josta havainnekuvat lopulta tehtäisiin. Tämä toteutettiin *Revit Architecture* -ohjelmalla sommittelemalla rakennuksista tehtyjä tietomalleja erilliseen mallikorttelin maastomalliin (kuva 28).

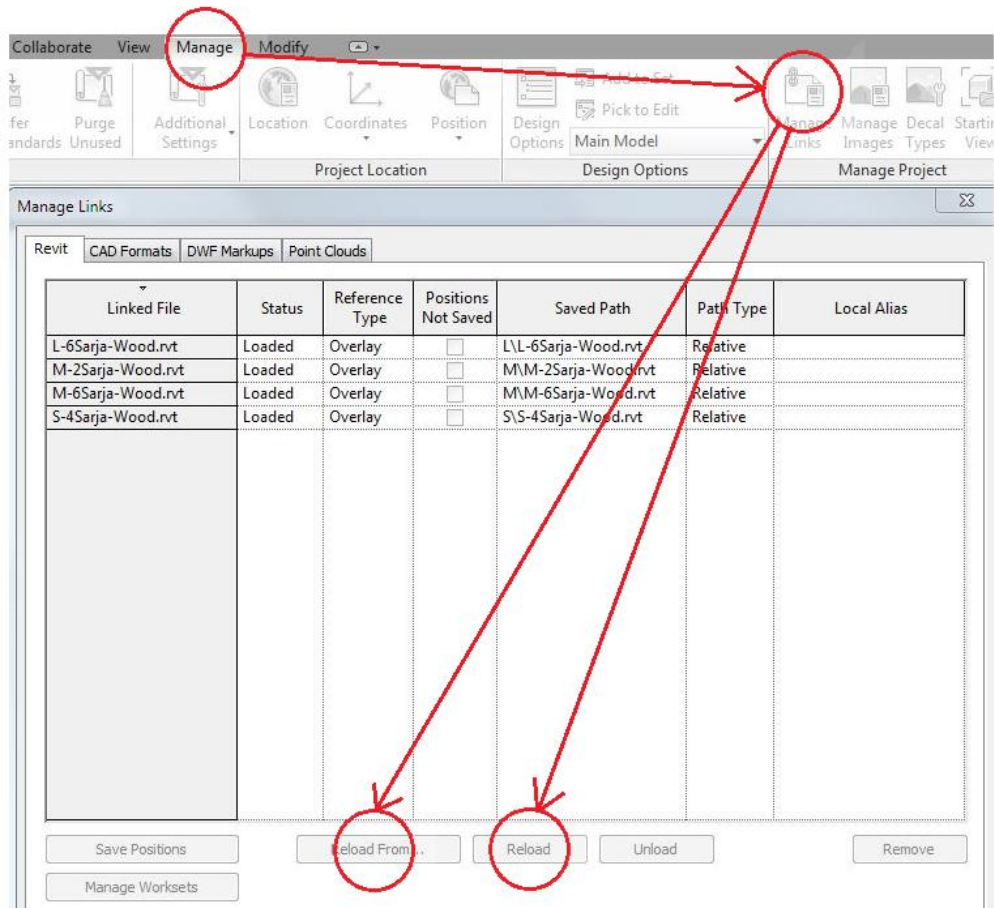


KUVA 28. Arkkitehdin tekemä maastomalli mallikorttelin alueesta

Rakennusten yhdistäminen maastomalliin tapahtui *link Revit* -toiminnon avulla (kuva 29). Mallien linkittäminen maastomalliin on kätevää, jos rakennuksiin tarvitsee esimerkiksi myöhemmin tehdä muutoksia. Tällöin rakennusten tietomalleihin tehdyt muutokset päivittyvät automaattisesti myös maastomalliin, sillä rakennusten tietomallit ovat siihen linkitetty. Jos rakennuksiin tehdyt muutokset eivät jostain syystä lataudu maastomalliin, voi linkitetyt mallit päivittää manuaalisesti *reload*-toiminolla (kuva 30), jolloin rakennuksien tietomalleihin tehdyt muutokset tulevat näkyviin.

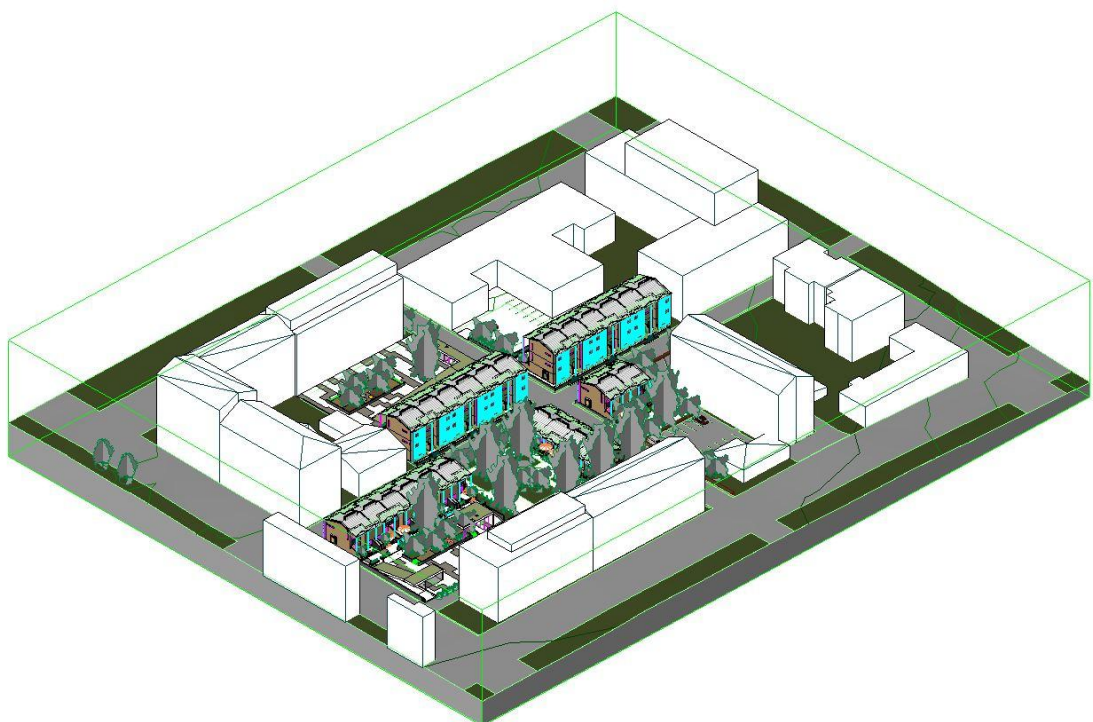


KUVA 29. Rakennusten tietomallit linkitetään maastomalliin tarkoitukseen soveltuvan työkalun avulla



KUVA 30. Linkitettyjen mallien manuaalinen päivittäminen projektiin

Maastomallin ja rakennusmallien yhdistämisen jälkeen yhdistetty tietomalli vietiin erilliseen renderointiohjelmaan havainnekuvien tuottamista varten (kuva 31).

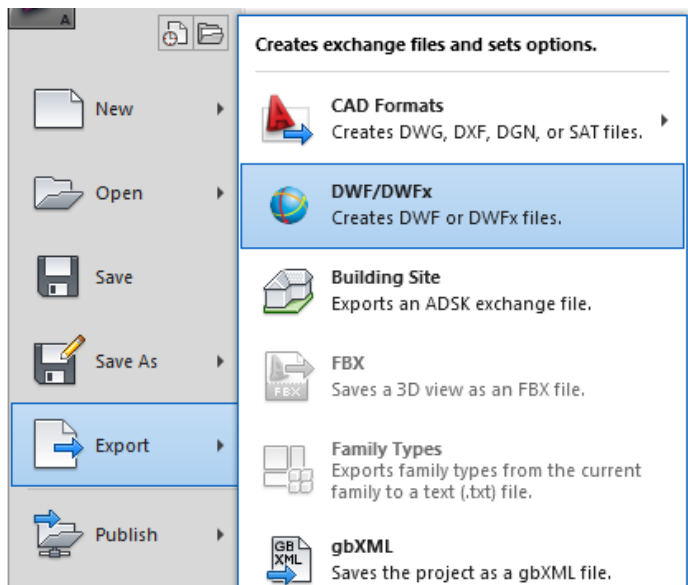


KUVA 31. Rakennusmallit linkitettyinä maastomalliin



Havainnekuvat tuotettiin erillisellä renderointiohjelmalla, jolloin tietomallista käsiteltäisiin vain sen visuaalisuuteen liittyviä tietoja. Renderointi olisi mahdollista tehdä myös *Revit*llä, mutta prosessi on erittäin hidasta ja vaatii käytettävältä laitteistolta paljon, jos kuvien laadusta ei haluta tinkiä. Osatekijänä tähän on se, että *Revit* käsittelee renderoidessaan koko tietomallin sisältämää tietoa, eikä vain visuaalisuuden kannalta oleellista tietoa. Tällöin yhden kuvan renderointiin voi kulua useita tunteja kuvan laadusta ja tarkkuudesta riippuen.

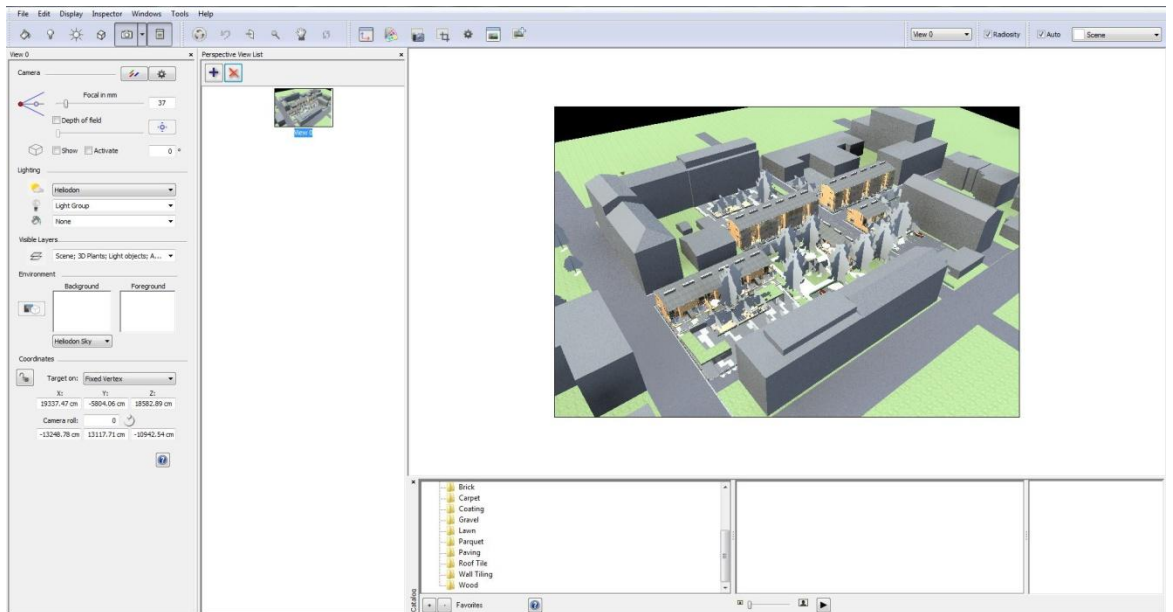
*Revit*-projektin käyttämä RVT-tiedostomuoto ei ole aina sellaisenaan yhteensopiva muiden sovellusten kanssa. Tällöin tietomallin sisältö on tallennettava sellaiseen muotoon, että mallia voi käsitellä muiden sovellusten kanssa. Tässä tapauksessa projekti oli tallennettava DWF-tiedostomuotoon (kuva 32), jotta mallia voitiin käyttää erillisen renderointiohjelman kanssa.



KUVA 32. Tietomallin vienti DWF-tiedostomuotoon

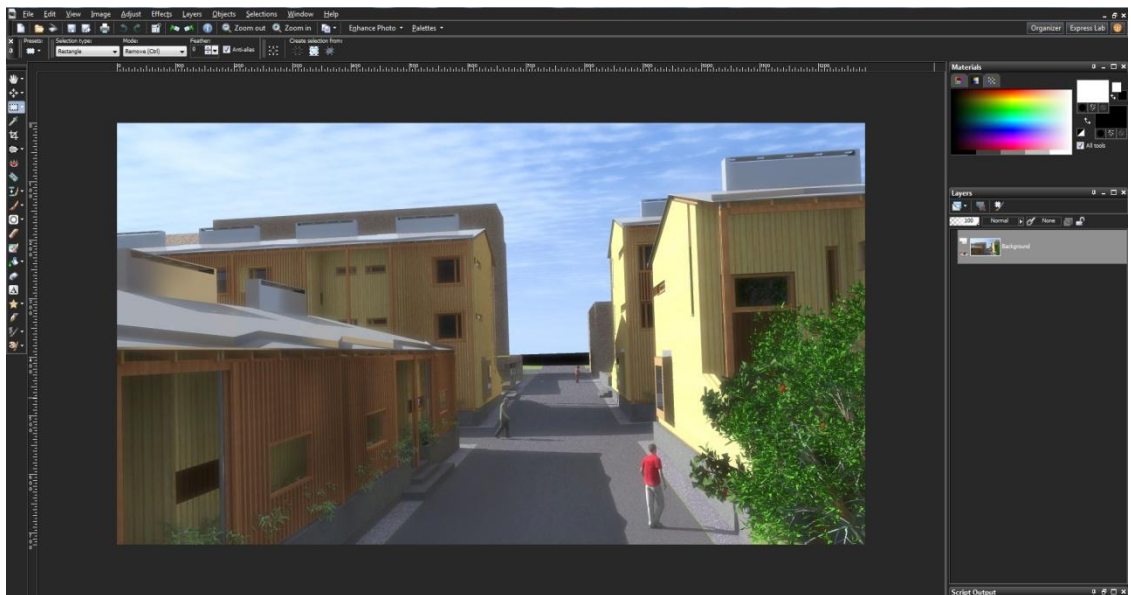
Havainnekuvat tehtiin *Artlantis Studio* -sovelluksella (kuva 33), joka on tarkoitettu pääasiallisesti malleista tehtäviin kuvien renderointiin. Ohjelma käsittelee mallista vain visuaalisuuden kannalta oleellista tietoa, jolloin tietokoneen käyttämä laskemiseen kuuluva aika vähenee kuvaa tehdessä. Ohjelmalla ei pysty muuttamaan mallin geometrasta muotoa, mutta sillä voi vaikuttaa mallin havainnollisuuteen muilla tavoin. Ohjelmassa voi esimerkiksi vaihdella rakennusosien pintatekstuureja, lisätä valoja, lisätä objekteja tai asettaa kuvakulmia.

Havainnekuvien tuottamisessa käytettävään malliin suurin osa objekteista oli lisätty jo mallinnuksen yhteydessä, joten *Artlantis*sessä malliin lisättiin lähinnä pintatekstuureja, valaistusta, sekä lopulliseen renderoituun kuvaan vaikuttavia ohjelmakohtaisia asetuksia.



KUVA 33. *Artlantis Studio*-renderointiohjelman käyttöliittymä

Mallista tehtyjen renderointien jälkeen saatuja kuvia viimeisteltiin *Corel PaintShop Photo Pro*-kuvankäsittelyohjelmalla (kuva 34). Kuviin lisättiin pieniä yksityiskohtia, sekä niiden lopullista visuaalista ulkonäköä täydennettiin. Kuvien käsittelyn jälkeen lopputuloksena saatiin valmiita havainnekuvia mallikorttelin ympäristöstä (kuva 35, 36, 37 ja 38).



KUVA 34. *Corel PaintShop Photo Pro*-käyttöliittymä



KUVA 35. Eräs renderoitu ja kuvankäsittelyohjelmalla viimeistelty kuva katunäkymästä (Korhonen 2014)



KUVA 36. Katunäkymää kuvankäsittelyn jälkeen (Korhonen 2014)



KUVA 37. Renderoitu kuva upotettuna kaupunkikuvaan (Korhonen 2014)



KUVA 38. Renderoidussa kuvassa näkymää yksikerroksisen asunnon olohuoneesta pihalle. Taustalla näkyvät kaksi- ja kolmikerroksiset rakennukset. (Korhonen 2014)

## 5 TULOKSET JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää lähtömateriaalina olleita rakennusten tietomalleja yleisten tietomallivaatimusten mukaisiksi, sekä tuottaa niistä uusia rakennusten tietomalleja luonnoskuvien pohjalta. Tietomallien tuottamisen lisäksi tavoitteena oli laatia rakennuksista havainnekuvia maastomalliin sommiteltuina.

Lopputuloksena lähtömateriaalina olleet tietomallit saatiin muokattua vaatimusten mukaisiksi ja luonnoskuvissa esitetyistä pohjapiirustuksista saatiin tehtyä uudet rakennusten tietomallit. Tietomallit tuotettiin Revit Architecture -ohjelmaa käyttäen. Lisäksi mallikorttelin alueesta saatiin luotua havainnollistavia visualisointeja.

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin tietomallivaatimusten osalta nimen omaan arkkitehtisuunnittelulle asetettuihin vaatimuksiin ja vaatimusten mukaisen mallinnustavan toteuttamiseen. Senaatti-kiinteistöjen tietomallivaatimukset ovat arkkitehtisuunnittelun osalta selkeät ja ohjeistavat yhdenmukaiseen rakennusten tietomallintamiseen. Tietomallin sisältövaatimuksista ohjeistetaan pääpiirteittäin, mutta tietomallin lopullinen mallinnustarkkuus määräytyy hankkeeseen sovittujen asioiden ja tilaajan tarpeiden pohjalta.

Havainnekuvien tekemisessä ei vertailtu niinkään eri tavoin tuotettujen kuvien laatueroja, sillä tavasta riippumatta lopputuloksena saadaan aikaan laadukkaita kuvia. Vertailussa keskityttiin työskentelytehokkuuteen ja käytetyn laitteiston soveltuvuuteen erillisellä renderointiohjelmalla ja mallinnukseen käytetyllä ohjelmalla renderoidessa. Havainnekuvien tuottamisessa havaittiin, että erillisen renderointiohjelman käyttö nopeuttaa työskentelyprosessia ja ei vaadi renderoidessa käytettävältä laitteistolta niin paljon, kuin tietomallinnuksessa käytetty ohjelma. Lisäksi ajankäyttö tehostuu, kun erillisen ohjelman suorittaessa renderointia, samaan aikaan tietokoneella voi jatkaa tietomallin parissa työskentelyä mallinnuksessa käytettävällä ohjelmalla.

## LÄHTEET

RT 10-10992. Tietomallinnettava rakennushanke 2010. Helsinki: Rakennustieto. [viitattu 6.4.2014]

Suunnittelusta suunnittelun koordinointiin. Rakennusteollisuuden tuotemallitieto. [verkkajulkaisu]. [viitattu 5.4.2014] saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/>

Tietomallinnus. Suomen Rakennusinsinöörienliitto. [verkkajulkaisu]. [viitattu 3.4.2014] saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>

Värisuunnitteluohjelma 4.0. Tikkurila. [verkkajulkaisu]. [viitattu 8.4.2014] saatavissa: <http://colorplanner.tikkurila.fi/app/>

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 3: Arkkitehtisuunnittelu. BuildingSMART Finland. [verkkajulkaisu]. [viitattu 3.4.2014] saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 8: Havainnollistaminen. BuildingSMART Finland. [verkkajulkaisu]. [viitattu 8.4.2014] saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8>





SEPÄNKATU POHJOISEEN





