
TIETOMALLINNUSOHJELMIEN VERTAILU JA YHTEISKÄYTTÖ

Simo Koponen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Simo Koponen			
Työn nimi Tietomallinnusohjelmien vertailu ja yhteiskäyttö			
Päiväys	10.11.2011	Sivumäärä/Liitteet	59+68
Ohjaaja(t) Lehtori Ville Kuusela			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Talopalvelu Simo Koponen Oy			
Tiivistelmä <p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli tutkia ja verrata kahden suosituksen rakennussuunnitteluun tarkoitettua mallinnusohjelman käyttöä ja niillä tehdyistä tietomalleista saatavaa tietoa. Työssä käytettävät ohjelmat olivat <i>AutoCad Architecture 2011</i> ja <i>Revit Architecture 2011</i>. Työn tavoitteena oli tutkia määräluetteloiden tuottamista <i>AutoCad Architecture</i> -ohjelmalla toteutetusta tietomallista ja verrata saatuja tietoja <i>Revit Architecture</i> -ohjelmalla tuotettuun tietoon. Lisäksi työn tavoitteena oli tutkia saatujen määräluetteloiden hyötynäkökohtia lisäpalveluna esimerkiksi pientalojen määrä- ja kustannuslaskentaa ajatellen.</p> <p>Työssä käytettiin <i>AutoCad Architecture</i>lla mallinnettua tietomallia, joka siirrettiin IFC-muodossa <i>Revit Architecture</i> -ohjelmaan. Työssä perehdyttiin ohjelmien väliseen tiedonsiirtoon ja yhteiskäyttöön sekä verrattiin ohjelmien käytettävyyttä tietomallinnuksessa. Lisäksi tietomallista tuotettiin molemmilla ohjelmilla määräluetteloita, jotka siirrettiin <i>Microsoft Excel</i> -ohjelmaan.</p> <p>Työn tulokset osoittavat tietomallista saatavan hyödyn. Lopputuloksena saatiin, että tietomallin tärkeimmistä rakennusobjekteista on muodostettavissa halutunlaisia luetteloita, joita voi helposti hyödyntää rakenneosapohjaiseen kustannuslaskentaan. Tietomallin tiedot voidaan tallentaa muiden tietomallinnusohjelmien käyttöön IFC-yhteiskäyttöstandardin avulla, joka toimi työssä käytettyjen ohjelmien välillä erinomaisesti.</p>			
Avainsanat BIM, tietomallinnus, IFC, määrälaskenta			
Luottamuksellisuus Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Simo Koponen			
Title of Thesis Comparison of and data exchange between building information modelling programs			
Date	10 November, 2011	Pages/Appendices	59+68
Supervisor(s) Mr Ville Kuusela, Lecturer			
Project/Partners Talopalvelu Simo Koponen Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to study and compare the use of two popular data modelling programs for building design and the information provided by the building information models (BIMs) made by these programs. The programs used in the project were <i>AutoCad Architecture 2011</i> and <i>Revit Architecture 2011</i>. The object was to analyse the process of making bills of quantities from a BIM created by using the <i>AutoCad Architecture</i> program and to compare this information with the information provided by the <i>Revit Architecture</i> program. In addition to that, the project aimed to analyse the benefits of the bills of quantities as an extra service concerning the quantity and cost surveying of low-rise houses, for example.</p> <p>A BIM made with the <i>AutoCad Architecture</i> program was studied by exporting it to the <i>Revit Architecture</i> program in the IFC format. The transfer and exchange of data between the programs was analysed, and the usability of the programs in building information modelling was compared. Additionally, bills of quantities were taken off from the BIM with both programs and exported to the <i>Microsoft Excel</i> program.</p> <p>The results of the project show the benefits delivered by BIMs. The outcome of the analysis was that lists of the desired type can be generated from the key building objects included in the BIM and conveniently used for building element-based cost surveying. The data included in the BIM can be saved and made available in other data modelling programs by adhering to the IFC data exchange standard that worked perfectly between the programs studied in the project.</p>			
Keywords BIM, data modelling, IFC, quantity surveying			
Confidentiality Public			

ALKUSANAT

Haluan kiittää tämän opinnäytetyön ohjaavana opettajana toiminutta lehtori Ville Kuu-
selaa. Lisäksi haluan kiittää vaimoani Kirsiä hänen tuestaan sekä poikiani Samulia,
Sakua ja Severiä, jotka oivalsivat jo opiskeluni alkuvaiheessa miksi isi saa ”pelata”
tietokoneella vielä yölläkin.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	9
2	TIETOMALLINNUS.....	10
2.1	Mitä tietomallinnuksella tarkoitetaan?.....	10
2.2	Tietomallinnuksen hyödyt.....	12
2.2.1	Analyysien teko.....	13
2.2.2	Havainnollistaminen.....	13
2.2.3	Ajan säästö.....	15
2.2.4	Projektin hallinta.....	15
2.3	Laadunvarmistus.....	17
2.4	Tietomallin yhteiskäyttömuodot.....	19
2.4.1	Tietomalli IFC -muodossa.....	19
2.4.2	Tietomallin luettelotieto.....	19
2.5	Ohjelmistot.....	20
2.5.1	<i>Autodesk AutoCad Architecture (ACA)</i>	21
2.5.2	<i>Autodesk Revit Architecture (Revit)</i>	22
2.6	Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmä.....	23
3	TUTKIMUS.....	25
3.1	Tutkimuskohde.....	25
3.2	Rakenteet ja rakennusosat.....	27
4	TUTKIMUSKOHTTEEN TIETOMALLINNUS.....	33
4.1	Mallinnustyö <i>AutoCad Architecture 2011</i> -ohjelmalla (<i>ACA</i>).....	33
4.1.1	Projektin luominen <i>AutoCad Architecture 2011</i> ohjelmalla (<i>ACA</i>).....	36
4.1.2	Luettelotieto <i>ACAn</i> tietomallista.....	37
4.1.3	Luettelotietojen tiedonsiirto <i>ACA</i> sta.....	38
4.1.4	Tietomallin siirto <i>ACA</i> sta.....	39
4.2	IFC-tietomallin avaaminen <i>Revit Architecture 2011</i> ohjelmalla (<i>Revit</i>).....	39
4.2.1	Projektina tallennetun IFC-tietomallin avaaminen.....	39
4.2.2	Kerroskohtaisesti tallennettu IFC-tietomalli projektiksi.....	41
4.2.3	Luettelotieto <i>Revitin</i> tietomallista.....	44
4.3	Ohjelmien toiminnallisuus ja käytettävyys.....	44
4.3.1	Aloituspohjat.....	46
4.3.2	Ulkoseinät.....	46
4.3.3	Ikkunat ja ulko-ovet.....	49
4.3.4	Pilarit ja palkit.....	50
4.3.5	Laatat.....	51
4.3.6	Katto.....	51

4.3.7 Portaat ja kaiteet	52
4.3.8 IFC	52
4.3.9 Luettelotieto.....	53
4.4 Ohjelmien käytettävyytulokset.....	54
5 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	56
LÄHTEET	58

LIITTEET

Liite 1 Uuden ulkoseinätyypin tekeminen *AutoCad Architecture-* ja *Revit Architecture-* ohjelmalla

Liite 2 Projektin muodostaminen *AutoCad Architecture*lla

Liite 3 Luetteloiden muodostaminen *AutoCad Architecture-* ja *Revit Architecture -* ohjelmalla

Liite 4 Luettelotietojen tiedonsiirto *AutoCad Architecture-* ja *Revit Architecture -* ohjelmalla

Liite 5 Tietomallin siirto *AutoCad Architecture*lla IFC-muotoon

Liite 6 *AutoCad Architecture*sta *Revit Architecture -* ohjelmaan siirretyn tietomallin tilojen muokkaus

Liite 7 IFC-tietokannasta siirretyn päätykolmion muokkaus *Revit Architecture -* ohjelmalla

Liite 8 Laatan muodostaminen *AutoCad Architecture-* ja *Revit Architecture -* ohjelmalla

Liite 9 Katon muodostaminen *AutoCad Architecture-* ja *Revit Architecture -* ohjelmalla

Liite 10 Tietomallin siirtäminen *Revit Architecture-* ohjelmasta *AutoCad Architecture -* ohjelmaan

Liite 11 Uuden luettelon tekeminen *AutoCad Architecture -* ohjelmalla

Liite 12 Uusien pilareiden ja palkkien tekeminen *AutoCad Architecture -* ohjelmalla

1 JOHDANTO

Teknisen kehityksen ansiosta arkkitehtisuunnittelu on ollut muuttumassa jo vuosikymmenen ajan perinteisestä 2D-suunnittelusta 3D-suunnitteluun ja sitä kautta tietomallintamiseen. Tänä päivänä tietomallintamista jo vaaditaankin isompien rakennuskohteiden suunnittelussa./1./ Mallintaminen on edelleen rakennussuunnittelussa yleisempää kuin rakennesuunnittelussa, mutta ohjelmistojen kehityksen myötä tietomallintaminen tekee tuloaan myös rakennesuunnitteluun.

Tietomallipohjaisessa arkkitehtisuunnittelussa yleisimmät käytettävät ohjelmistot ovat *Autodesk Revit Architecture* (myöhemmin *Revit*), *Autodesk AutoCad Architecture* (myöhemmin *ACA*), sekä *Graphisoft ArchiCAD* (myöhemmin *ArchiCAD*),

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja Talopalvelu Simo Koponen Oy on käyttänyt suunnittelutyössään vuodesta 2005 lähtien *AutoCad*-pohjaista *ACA*a ja nyt Autodesk Suite -ohjelmistopakettin myötä myös *Revit*-ohjelmaan on lisenssi. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on vertailla lähinnä *Revit*in ja *ACA*:n käytettävyyttä ja toiminnallisuutta sekä tutkia *ACA*:lla tuotettua tietokantaa, siirtää sitä IFC-muodossa *Revit*iin ja päinvastoin. Samalla selvitetään missä määrin *ACA*lla tehdyt tietomallit ovat hyödynnettävissä siirryttäessä mahdollisesti kokonaan *Revit*-ohjelman käyttöön. Lisäksi verrataan näiden kahden ohjelmiston tietomallien tuomia mahdollisuuksia määrä- ja kustannuslaskentaa silmälläpitäen.

Työssä perehdytään ensin yhteen *ACA*:lla tuotettuun talomalliin, ja sen sisältämään tietoon. Tieto siirretään IFC-muodossa *Revit*iin ja tehdään vertailu *ACA*:sta saatuun tietoon. Työt tehdään ohjelmistojen 2011 versioilla.

Tässä työssä ei *ArchiCAD*-ohjelmaa testata ajankäytön ja oletetun vähäisen hyötynäkökulman vuoksi.

2 TIETOMALLINNUS

Arkkitehtisuunnittelu on muuttunut ohjelmistojen kehittyessä viivapiirtämisestä 3D-suunnitteluun ja edelleen rakennuksen tietomallintamiseen. Suurissa kohteissa tilaaja voi jo vaatia rakennuksesta tietomallin, joka sisältää tietoa suunnittelusta valmistukseen ja edelleen kiinteistön ylläpitoon saakka. Suunnannäyttäjänä tässä on toiminut Senaatti-kiinteistöt v. 2007 tietomallinnusvaatimuksineen./1./ Tänä päivänä Suomessa myös suurimmat rakennusliikkeet ovat luoneet omat tietomallivaatimuksensa. Tietomallinnus tulee varmasti myös pientalorakentamiseen uuden suunnittelusukupolven myötä.

2.1 Mitä tietomallinnuksella tarkoitetaan?

Jiri Hietanen Tietomallit ja rakennusten suunnittelu -kirjassa /2/ on kerrottu tietomallintamisen perusteina seuraavaa:

”Mitä tahansa tietokoneella tehdäänkin, käsitellään pohjimmillaan aina tietomalleja.”

Esimerkkinä tästä hän kertoo:

”Tekstinkäsittelyohjelmalla tehdään tekstidokumentin tietomallia, jonka alkioita ovat kirjaimet, sanat ja kappaleet.”

Rakennusalalla tietomallinnuksen mahdollisuudet rajautuvat käytettävän suunnitteluohjelman mukaan. 2D-piirto-ohjelmilla voi mallintaa vain viivatekniikasta ja tekstistä koostuvaa piirustusta (vertaa perinteinen piirtäminen). 3D-mallinnusohjelmilla voi mallintaa edellä mainitun lisäksi esimerkiksi pinnoista syntyvää geometriaa (vertaa pienoismalli) tai tietoa sisältävistä objekteista rakennuksen tietomallin./2/

Tässä opinnäytetyössä käsitellään lähinnä rakennuksen tietomallia.

Seuraavassa on Arksystems Oy:n -määritelmä, mitä rakennuksen tietomallilla tarkoitetaan./3/

”Rakennuksen tuotemalli, tai rakennuksen tuotetietomalli, (engl. Building Information Model, BIM) on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus. Tiedoista muodostetaan kolmiulotteinen digitaalinen malli itse rakennuksesta, rakentamiseen käytetyistä tuotteista ja tuotteiden ominaisuuksista. Tietoihin sisältyy rakennuksen koko elinkaari rakentamisprosessista rakennuksen käyttöön ja purkuun. Tuotetietomallin käytön tarkoituksena on hallita rakennuksen suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito paremmin kuin perinteisillä menetelmillä.”/3./

Jiri Hietasen kirjan Tietomallit ja rakennusten suunnittelu /10/ mukaan rakennusalalla talosuunnittelun tietomallien lisäksi voidaan tehdä eri tietomallinnuksia palvelemaan rakennuksen koko elinkaaren vaiheita. Perinteisen rakennushankkeen suunnitteluvaiheet alkavat tarveselvityksestä päättyen käyttöönottovaiheen suunnitteluun. Tietomallinnuksen yhteydessä tietomallit jaetaan vastaavasti vaatimusmalleista ylläpitomalliin /2;4/ (kuva 1).

Perinteinen suunnitteluvaiheistus

Tarveselvitys	Hanke-suunnittelu	Luonnos-suunnittelu	Toteutus-suunnittelu	Rakennusvaiheen suunnittelu	Käyttöönottovaiheen suunnittelu
---------------	-------------------	---------------------	----------------------	-----------------------------	---------------------------------

Rakennuksen tietomallin vaiheistus

Vaatimusmalli	Tilamalli	Alustava rakennusosamalli	Rakennusosamalli	Toteutusmalli	Ylläpitomalli
---------------	-----------	---------------------------	------------------	---------------	---------------

Kuva 1. Suunnittelun vaiheistuserot perinteisen suunnittelun ja tietomallinnuksen välillä

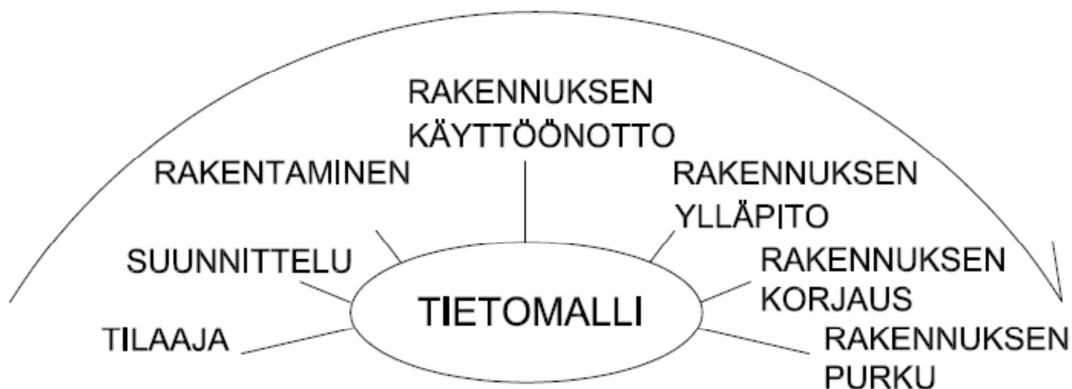
Tietomallinnuksessa on suunnittelun painopiste perinteiseen suunnitteluvaiheistukseen verrattuna enemmän luonnossuunnittelun puolella. Tähän luonnossuunnitteluvaiheeseen sisältyvillä erilaisilla tila- ja rakennusosamalleilla pystytään selvittämään mm. mallin rakennus- ja käyttökustannukset jo hyvissä ajoin. Tämän ansiosta rakennushankkeille tyypillisesti hankkeen alkuvaiheessa määräytyvät kustannukset ovat paremmin hallittavissa./5./

Vaatimusmallivaiheessa suunnittelua varten kerätään lähtötiedot tilaajalta, eikä se siksi juuri poikkea perinteisestä tarveselvityksestä. Tietomallin varsinainen suunnittelu alkaa tilamallivaiheessa, jossa arkkitehdin tilamallin tai tilamallivaihtoehtojen pohjalta tilaaja valitsee parhaiten vaatimuksia vastaavan mallin. Tilamalli koostuu tilaobjekteista, joihin on syötetty tarvittava tilatieto, lisäksi osa tiedosta on saatavissa mallin geo-

metriasta. Tilamalli luo pohjan alustavaan rakennusosamalliin, jonka myötä voi alkaa myös muiden suunnittelijoiden työ. Tämän arkkitehdin tekemän 3D-mallin pohjalta on saatavissa tietoa tilamallitietoina sekä rakennusosien määrätietoina./5./

Varsinainen rakennusosamalli on täydellisempi versio alustavasta rakennusosamallista, sillä tähän malliin täsmennetään jo rakenteet. Se vastaakin perinteistä toteutus suunnittelua. Tässä mallissa mallinnetaan myös rakenneliittymät mahdollisimman totuudenmukaisesti. Rakennusosamallista on tarkoitus saada Talo 2000 -nimikkeistön /6/ mukaiset talo- ja tilarakenteiden määrät./5./

Rakennusosamallin täydentyessä valmiiksi syntyy toteutusmalli, johon päivitetään kaikki rakennusaikaiset suunnitelmat ja niihin liittyvien tietojen muutokset. Rakennuksen käyttöönoton yhteydessä toteutusmalli muuttuu ylläpitomalliksi. Tähän yhteen tietomallinnuksen tuomaan lisäetuen päivitetään kaikki tarpeellinen tieto rakennuksen ylläpitoa, korjaus- ja muutostöitä sekä rakennuksen purkua ajatellen /2;5/ (kuva 2).



Kuva 2. Rakennuksen elinkaari tilaajan vaatimusmallista rakennuksen purkuun

2.2 Tietomallinnuksen hyödyt

Tietomalli tarjoaa mahdollisuuden kattavaan rakennuksen tiedonhallintaan koko sen elinkaaren ajalta. Tietomallien hyödyntämisen keskeisimpiä seikkoja on koottu Senaatti-kiinteistöjen arkkitehtisuunnittelua koskeviin mallinnusvaatimuksiin./1./ Lisäksi IFC-pohjainen tietomallipalvelin -ajatus on esitetty PROIT Tuotemallinnus rakennus suunnitteluohjeessa./4./

2.2.1 Analyysien teko

Kun tietomallia analysoidaan jo suunnitteluvaiheessa on mahdollisuus vaikuttaa parhaiten hyvissä ajoin siihen mahdollisesti syntyneisiin vääriin ja huonoihin ominaisuuksiin. Tietomallia analysoidaan matemaattiselta pohjalta. Analyysien avulla voidaan näin ollen laskea ja verrata eri vaihtoehtoja esimerkiksi suunnitteluratkaisun energia- tehokkuuden ja elinkaarikustannusten perusteella, sekä arvioida suunnitelman tavoitteenmukaisuutta. Analysoinnilla on näin ollen mahdollisuus ohjata ja varmistaa suunnittelua toivottuun suuntaan./1;2./

Jiri Hietanen Tietomallit ja rakennusten suunnittelu –kirjassa /10/ kiteyttää analysointiin liittyvistä asioista näin:

”Suunnittelun kaikkia näkökohtia voidaan analysoida. Rakennusta kuvaavien suunnitelmien lisäksi voidaan analysoida vaatimuksia ja aikatauluja.

Analysoitavia asioita ovat mm:

- *mitkä ovat rakennuksen arkkitehtoniset ansiot*
- *mikä on rakennuksen taloudellinen yhtälö*
- *mitä vaatimuksia viranomaiset asettavat*
- *mikä on rakennuksen ekologinen yhtälö*
- *miten ympäristö vaikuttaa rakennukseen*
- *miten rakennus rakennetaan*
- *miten rakennus toimii”/2./*

Oikean analysoinnin perustana on riittävän tiedon sisältävä yksiselitteinen suunnitelma./2/.

2.2.2 Havainnollistaminen

Tietomalli tarjoaa jo alkuvaiheessa huomattavasti havainnollisempia kuvia kuin perinteinen 2D-suunnitteluun. Valokuvamaista tasoa olevat havainnekuvat, sekä mahdollisuus tarkastella eripuolilta kolmiulotteista tietomallia auttavat varmistamaan yhteisymmärryksen suunnittelijan ja tilaajan välille jo alkuvaiheessa./1./

Senaatti-kiinteistöjen Mallien käyttö havainnollistamisessa -vaatimusten /1./ mukaan tietomallien havainnollistamista käsitellään neljässä eri vaiheessa.

Vaiheet on jaoteltu seuraavasti:

- tilaryhmä- ja tilamallit
- rakennusosamallit
- yhdistelmämallit
- toteumamallit/1./

Rakennushankkeen alkuvaiheessa tilamalleilla havainnollistetaan kustannustasoa ja energia-analyysejä, sekä vaihtoehtoisia tilaratkaisuja ympäristötekijöineen. Tilamalli antaa lähtökohdan rakennushankkeen suunnittelulle, jolloin suunnittelutyö myös muiden alojen osalta voi alkaa./1./ Tämä vaihe auttaa tilaajaa, käyttäjää ja rakennuttajaa toteamaan toiminnan suunnittelun vastaavan vaatimusmallia tai valitsemaan vaihtoehtoista parhaan tilamallin, joka myös kustannustasoltaan täyttää vaatimusmallin tason.

Tilamallin jälkeisillä rakennusosamalleilla saadaan aikaan tarkkoja visualisointeja itse rakennuksesta, valaistuksesta jne. Samalla on mahdollisuus suorittaa erilaisia analyysejä sekä rakentamiseen liittyviä aikasimulaatioita. Myös tietopohja elinkaarikustannuksia ja ympäristövaikutuksia ajatellen on olemassa./1./ Käytännössä alustavalla rakennusosamallilla pystyy varmistamaan arkkitehtisuunnittelun ja tilaajan yhteisymmärryksen heti alkuvaiheessa. Suunnitelmien edetessä tietomallin suunnitelmista on koottavissa varsinainen rakennusosamalli, joka tarjoaa mahdollisuuden myös tarkempiin analysointeihin auttaen kaikkia rakennushankkeen eri osapuolia (suunnittelu, tilaajaa, rakennuttaa, urakoitsija). Lisäksi tällöin on mahdollisuus tietomallin hyödyntämiseen esimerkiksi markkinoinnissa.

Yhdistelmämallilla havainnollistetaan eri suunnittelualojen yhteensopivuutta. Tietomallit kootaan IFC-muodossa yhteen, jolloin rakenteiden törmäystarkastelut auttavat paljastamaan tietomallin kokonaisuuden epäkohdat./1./ Ensisijaisesti yhdistelmämallit havainnollistavat eri suunnitteluosapuolille ja pääsuunnittelijalle kaikkien tietomallien yhteensopivuuden tai niiden ongelmakohdat. Yhdistelmämallilla on kuitenkin mahdollisuus tehdä esimerkiksi tarkempia aikasimulaatioita, jolloin ne palvelevat kaikki rakennushankkeen osapuolia.

Toteumamalli on rakennusosamallin päivitetty versio, johon päivitetään rakennuksen valmistuttua kaikki rakennusaikaiset suunnittelumuutokset. Toteumamallin tietoja päivitetään käytön, huollon ja muutostöiden, esimerkiksi peruskorjausten osalta. Lisättäessä toteumamalliin ylläpidon tietoa, puhutaan tällöin ylläpitomallista./1./

2.2.3 Ajan säästö

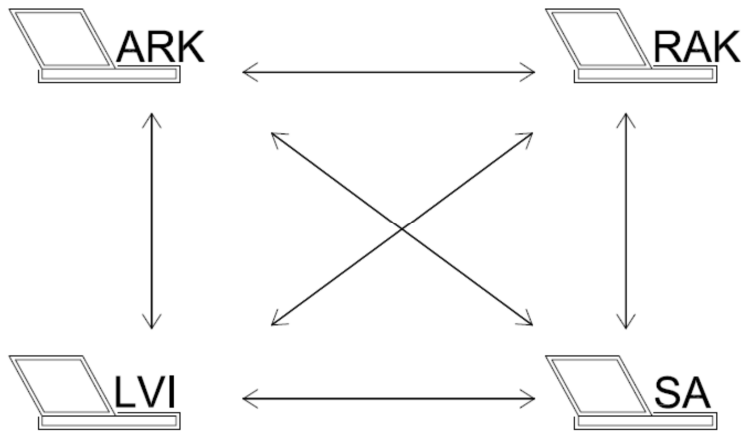
Tietokoneavusteinen rakennussuunnittelu on aina ollut tehokkaimmillaan kohteissa, joissa on samanlaisia ”kopioitavia” tilaratkaisuja. Nyt tämän lisäksi rakennuksen tietomallista saatavat automaattisesti päivittyvät luettelotiedot vain korostavat suunnittelun ja ajankäytön tehokkuutta. Näillä luettelotiedoilla on mahdollisuus täydentää tietomalliin liittyvää dokumentointia./1./

Rakennuksen tietomallissa on perinteisen pohjapiirroksen lisäksi saatavissa monia erilaisia näkymiä, muun muassa 3D-, leikkaus- ja julkisivunäkymiä. Tietomallia voi muokata eri näkymissä ja muutokset myös päivittyvät automaattisesti muihin näkymiin nopeuttamalla näin työn etenemistä ja vähentämällä virheiden syntymistä./2./ Ajan säästöä tuo myös suunnittelun alkuvaiheessa edellä mainitut havainnekuvat ja 3D-näkymät. Näiden ansiosta yhteisten ratkaisujen löytäminen tilaajan ja suunnittelijan välillä helpottuu ja nopeutuu.

2.2.4 Projektin hallinta

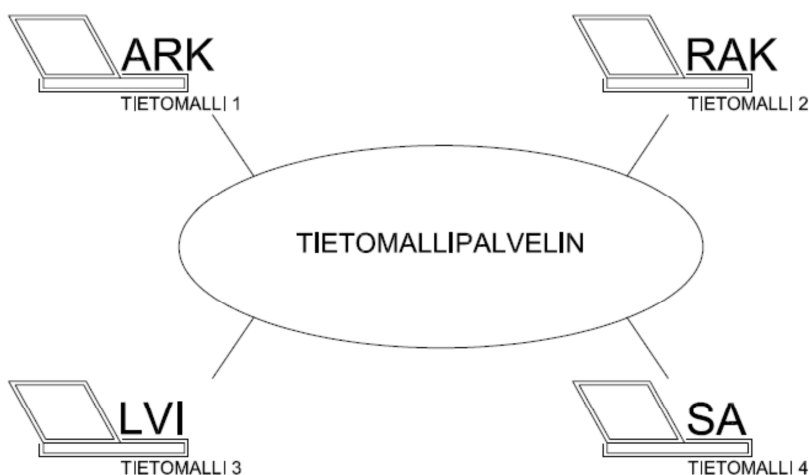
Perusidea tietomallinnuksella on tiedon ylläpito yhdessä ja samassa paikassa, jolloin tiedonhallinta on mahdollisimman helppoa tarvesuunnittelusta lähtien. Suunnitteluvaiheessa tietomallin päivitettävyyden ja sen käyttö lähes reaaliajassa eri suunnittelijoiden välillä nopeuttaa ja helpottaa suunnittelutyötä vähentäen myös virheiden määrää.

Perinteisessä suunnittelussa projekti on pirstoutunut ja se etenee yleensä peräkkäin suunnittelijoiden välillä: ARK>RAK>LVISA, tai kuten normaalisti kiireen keskellä suunnittelijalta toiselle (kuva 3). Suunnitteluvirheitä syntyy, ”pohjalla” oleva versio ei ole välttämättä uusin versio./4./



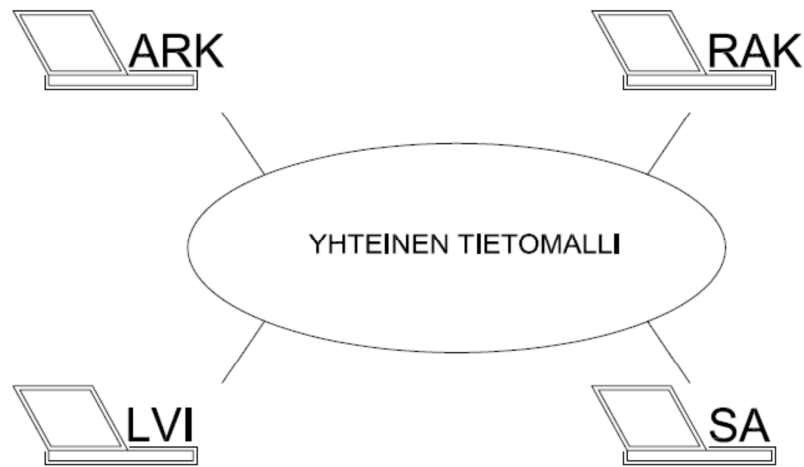
Kuva 3. Ristiin tapahtuva tiedon siirto eri osapuolten välillä

Tietomallinnuksessa käytetään yhteistä tietomallipalvelinta (kuva 4), joka kokoaa eri suunnittelijoiden mallit yhdeksi kokonaisuudeksi. Tällöin pystytään tekemään suunnittelutyötä eripuolilla samaan aikaan. Tämä mahdollistaa myös eri mallinnusohjelmien käytön, sillä tietomalliin voi olla yhteydessä muulla yleistä tiedonsiirtoformaattia (esim. IFC) tukevalla mallinnusohjelmalla./4./ Tilaajan ylläpitämään palvelimeen kootaan suunnittelijoiden mallit sähköisessä muodossa ja kukin suunnittelija pääsee omalta koneeltaan tilaajan antamalla salasanoilla palvelimelle tallentamaan suunnitelmiaan. Muutosten jälkeen tiedonanto päivityksistä välittyy kaikille suunnittelijoille, sekä pääsuunnittelijan kautta esim. työmaan vastuuhenkilölle, urakoitsijalle, tilaajalle jne..



Kuva 4. Yhdeksi malliksi kokoava tietomallipalvelin

Toisessa vaihtoehdossa eri suunnittelualat puolestaan käyttävät yhtä yhteistä mallia (kuva 5). Tällöin malli päivittyy reaaliajassa. Tämä edellyttää kuitenkin samaa ohjelmistoa sekä melko yhtäaikaista suunnittelutyön etenemistä./4./



Kuva 5. Yhteinen tietomalli

Lopputulokseltaan palvelimella on käytössään molemmissa vaihtoehdoissa rakennushankkeen kaikki tieto samassa mallitiedostossa. Päivitetystä kokonaisuudesta on mahdollisuus sovittujen osapuolten tuottaa ajan tasalla olevat kuvat ja asiakirjat, tarkastella näkymiä, tehdä simulaatioita, sekä suorittaa laadunvarmistus./1./ Lisäksi tietomalliin syötettyä tietoa on mahdollisuus hyödyntää rakennuksen ylläpito- ja muutosvaiheessa./1./ Pienissä projekteissa palvelimen käytön voi korvata esim. sähköposti ja tietomallien kokoajana voi tällöin toimia esim. kohteen pääsuunnittelija. Senaatti-kiinteistöt /1/ käyttää tietomallipalvelimesta nimitystä projektipankki.

2.3 Laadunvarmistus

Laadunvarmistuksessa on kerrottu Senaatti-kiinteistöjen verkkodokumentin Tietomallivaatimukset 2007 Osa 6: Laadunvarmistus ja mallien yhdistäminen /1/ mukaan seuraavasti:

”Rakennuksen tietomallien laadunvarmistuksen keskeiset tavoitteet ovat suunnitelmien laadun parantaminen ja osapuolten välisen tiedonsiirron parantaminen sekä sitä kautta suunnitteluprosessin tehostaminen.”

Tietomallin laadunvarmistuksella pyritään löytämään suunnitteluvirheet, sekä oikeat ratkaisut tavoitellun lopputuloksen saavuttamiseksi jo ennen rakennusvaihetta. Hyvällä järjestelmällisellä laadunvarmistuksella vähennetään myös viime hetken muutossuunnittelua, tällöin saadaan myös viivästykset vähentymään suunnittelun ja työmaan osalta.

Rakennuskohteessa pääsuunnittelijan tulee yhtenä tehtävänä tarkistaa eri suunnittelijoiden tuotosten yhteensoveltuvuus. Perinteisessä 2D-suunnittelussa tarkastellaan suunnitelmia vain tasokuvina, jolloin vertailu ja yhdistely eri suunnittelualueiden kuvien kesken on hankalaa. Mahdollinen virhemäärä myös kasvaa kohteen monimuotoisuuden myötä.

3D-tietomallinnuksessa laadunvarmistus on mahdollista toteuttaa jo suunnitteluvaiheessa tehokkaasti erilaisilla törmäystarkastelutoiminnoilla sekä analysoinneilla. Törmäystarkasteluja ja analysointeja varten ovat eri suunnittelualueiden tietomallit järkevintä yhdistää IFC-muodossa. Tällöin tarkastelu onnistuu tietomallien välillä suunnitteluohjelmasta riippumatta. Prosessin läpinäkyvyyttä edesauttaa nämä yhteiskäytössä olevan IFC-mallin avulla tehdyt tarkastelut ja analysoinnit, jotka voivat olla useamman osapuolen seurannan alla muun suunnittelun kulun lisäksi. Tällöin lopputulokseen vaikuttavia havainnoita saadaan kerättyä useammilta henkilöiltä./1./

Senaatti-kiinteistöjen Laadunvarmistus ja mallien yhdistäminen -vaatimusten /1./ mukaan tietomallien laadunvarmistuksessa käsitellään neljä erilaista IFC-malleina tarkastettavaa mallitasoa. Mallitasot ovat tilamalli, arkkitehti- ja rakennemallin käsittävä rakennusosamalli, järjestelmämalli (talotekniikka), sekä yhdistetty malli. Kunkin mallivaiheen tietosisältö tulee pohjautua Senaatti-kiinteistöjen laatimiin Lähtötilanteen mallinnus -vaatimuksiin./1./ Laadunvarmistusprosessi pohjautuu malleille vaadittujen ominaisuuksien tarkasteluihin, jotka on mahdollista suorittaa ohjelmallisesti ja visuaalisesti./1./

Tietomallin laadunvarmistukseen on kehitetty myös omia laadunvarmistusohjelmia, esimerkiksi Solibri Model Checker. Tällaisilla laadunvarmistusohjelmilla voidaan tarkastella visuaalisesti eri suunnitteluosapuolten IFC-tietomalleja yhdessä ja erikseen. Lisäksi osa laadunvarmistusohjelmista tukee mm. Suomen rakentamismääräyskoelman Esteetön rakennus F1-säännöstöä, jolloin voidaan tarkastella myös rakennusten esteettömyyttä tietomallien avulla./7./

2.4 Tietomallin yhteiskäyttömuodot

2.4.1 Tietomalli IFC -muodossa

Tietomallien tiedonsiirtoon on kehitetty kansainvälinen tiedonsiirtostandardi IFC (Industry Foundation Classes). Tämä tiedonsiirtomuoto mahdollistaa eri ohjelmistoilla tehtyjen tietomallien yhdistämistä toisiinsa ja myös tietomallien muokkaamisen toisella IFC-yhteiskäyttöstandardia tukevalla ohjelmistolla. IFC:llä siirretään oliopohjaista tietoa, joka mahdollistaa tietomallin siirron erilaisiin laadunvarmistus-, mitoitus- ja tuotetieto-ohjelmistoihin, sitä vastoin IFC:llä ei voi siirtää piirustusmuotoista tietoa./8./

Jatkuvasti kehitteillä oleva IFC-standardi on edennyt versioon 2x3. Tässä opinnäytetyössä käytettävät *ACA* ja *Revit* ovat yhteensopivia version IFC 2x3 kanssa./8./ On syytä muistaa, että käytännössä edelleen tarvitaan IFC-tiedonsiirron lisäksi muitakin tiedonsiirtomuotoja.

2.4.2 Tietomallin luettelotieto

Tietomallin yhtenä keskeisenä ominaisuutena on luettelotiedon saanti. Tietomalli muodostuu rakennusobjekteista ja objektit muodostuvat niihin syötetyistä tiedoista. Objektien pitää olla tunnistettavissa ja niiden osalle tulee olla syötetty tarkoitukseensa liittyvä mitta/määrätieto./1./ Näistä tiedoista on mahdollisuus muodostaa halutunlaisia luetteloita, joita voi hyödyntää esimerkiksi määrä- ja kustannuslaskentaan./1./

Luettelotiedon tarkkuus ja laajuus on suoraan verrannollinen käytettävissä olevan mallin tietosisältöön ja siihen missä vaiheessa rakennushanketta tietomallia tarkastellaan. Tietomallin tiedon hyödyntäminen voi tapahtua tietomallin ohjelman automaattisella laskennalla, määrien johtamisella, täydentämällä mallia sekä ruutumittauksella./1./

Tässä tutkimuksessa käytettävissä ohjelmissa ei saa esimerkiksi seinien materiamääriin suoraan runkopuun menekkiä, vaan se täytyy johtaa seinien metri- tai neliötiedoista. Toinen edellä mainittu käyttökelpoinen mallin hyödyntämismenetelmä on täydentää mallia toimivalla objektilla esimerkiksi käyttämällä seinäobjektia nurkkavuorilautana. Ruutumittausmenetelmässä mittaus tapahtuu manuaalisesti mallin objekteista, joten sen käytettävyys ei kata tietomallinnuksen periaatteita./1./

Tässä opinnäytetyössä tutkittu luettelotieto perustuu automaattiseen laskentaan, joka on tietomallinnusohjelmassa päivitettävissä tai jopa automaattisesti päivittyvä tietomalliin tehtyjen muutosten myötä. Automaattinen laskenta pohjautuu objektien tunnistettavuuteen ja niihin syötettyihin mitta/määrätietoihin./1./ Hyödynnettäessä näitä tietoja määrä- ja kustannuslaskentaan, tulee ne tallentaa esimerkiksi yleisesti käytössä olevaan *Microsoft Excel* -laskentamuotoon. Muutettu luettelotieto ei enää tällöin päivyty tietomalliin tehtyjen muutosten myötä.

Luettelotietojen siirto tapahtuu *AutoCad Architecture*- ja *Revit Architecture*-ohjelmassa Export-komennon kautta. Luettelomuotoinen tieto on *ACAssa* tallennettavissa suoraan *Microsoft Excel 97 ja 2003* (*.xls) muotoon. *Revit*-ohjelmassa luettelotieto on tallennettavissa ainoastaan Text (Delimited Text) (*.txt) muotona, joka tallennuksen yhteydessä muunnetaan Microsoftin Excel -ohjelmalle oikein luettavaksi.

ACAssa on *xls-tallennusmuodon lisäksi Text (Tab delimited) (*.txt)- sekä CSV (Comma delimited) (*.csv) tallennusmuodot.

2.5 Ohjelmistot

Tässä työssä käytetään kahta rakennussuunnittelun tietomallinnukseen soveltuvaa ohjelmaa: *Autodesk AutoCad Architecture 2011 (ACA)* ja *Autodesk Revit Architecture 2011 (Revit)*. Molemmat ovat Autodeskin tuotteita.

Ohjelmistovalinta on tehty opinnäytetyön toimeksiantajan kokemuksen pohjalta. Yrityksemme käytössä on ollut *ACA* vuodesta 2005 lähtien. *ACAlla* on tehty lähinnä rakennussuunnittelua yksityisasiakkaille ja yhteistyökumppaneille, sekä visualisoituja 3D-havainnekuvia tilaustyönä. Varsinaista tietoa ei ole ollut tarve lähteä hakemaan mallinnoista, koska hyötynäkökohtia on pidetty toistaiseksi pieneläisina. *Revit* on alkanut kiinnostaa tietomallinnuksen myötä ja sen käyttö tuntuu muutoinkin yleistyvän suunnittelijoiden keskuudessa.

Autodeskillä on keskitytty *ACA*an verrattuna enemmän *Revit*in kehittämiseen tietomallinnusta ajatellen ja näyttää siltä, että *ACA* tulee jäämään Autodeskin tuotevalikoimista tulevaisuudessa kokonaan pois. Ohjelmistojen käyttöympäristöt ovat parin viime vuoden aikana lähentyneet toisiaan. *Revit* on nykyään hieman tutummanolainen nykyiseen *AutoCadiin* tottuneelle samankaltaisten komentovalintanauhojen ansiosta.

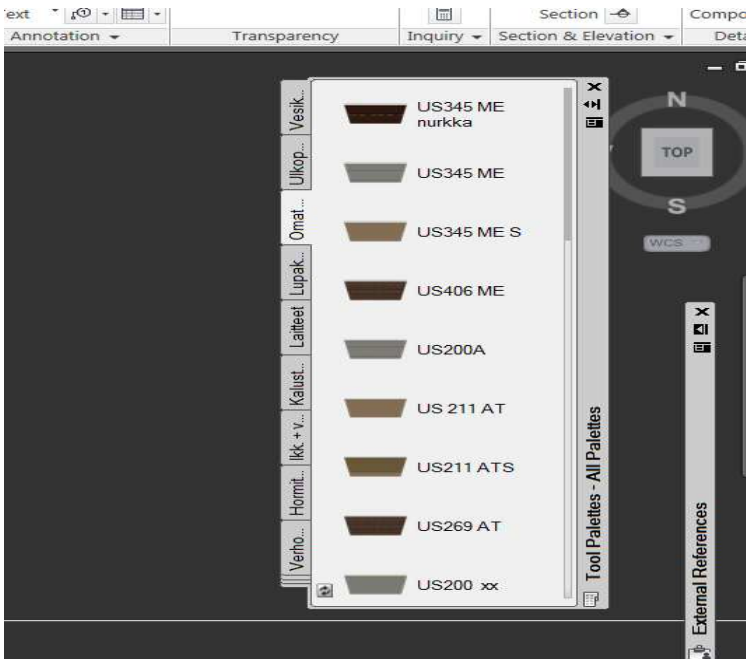
Molempiin tulee vuosittain päivitykset ja jatkuva vuosisopimus takaa muutaman pitkän työpäivän kestävästä totuttelusta uuteen työkaluun sekä tietokoneen uusimista parin vuoden välein.

2.5.1 *Autodesk AutoCad Architecture (ACA)*

*AutoCad*in ensimmäinen versio esiteltiin vuonna 1982. Tämän jäljiltä on edelleen saatavilla yleissuunnittelua palvelevat 3D-ohjelma AutoCAD, sekä 2D-ohjelma AutoCAD LT. Laitteisto- ja ohjelmistokehityksen myötä USA:ssa Kaliforniassa toimiva Autodesk Inc. on kehittänyt mm. rakennesuunnittelua varten AutoCAD Structural -ohjelman ja talotekniseen suunnitteluun AutoCAD MEP -ohjelman. Lisäksi visualisointiin ja animointiin tarkoitettuja ohjelmia löytyy useita, joista ehkä tärkeimpänä mainittakoon Autodesk 3ds Max.

Tässä opinnäytetyössä käytettiin toisena tietomallinnusohjelmana arkkitehtisuunnitteluun *AutoCad*-ohjelman pohjalta kehitettyä *AutoCad Architecture* -ohjelmaa (ACA). Ohjelman alkuperäinen nimi oli vuoden 2007 versioon saakka *Autodesk Architectural Desktop* (ADT). ACAsta löytyvät arkkitehtisuunnitteluun perustyökalut, kuten seinät, ovet, ikkunat, portaat, katot, kalusteet ja laitteet. ACAa asennettaessa on mahdollista valita suoraan levykkeeltä oma kansallinen lokalisoitu versio, jolloin peruskomponentit asentuvat oman maan vaatimusten ja käytännön mukaan./9./ Lokalisoinnissa on mukana Talon 2000 -hankenimikkeistö sekä Talon 2000 -materiaaleille.

AutoCad-pohjaisena ohjelmana ACAa on ollut helppo käyttää mm. luonnosten, pääpiirustusten sekä erilaisten detaljipiirustusten tekoon. ACAn suurena plussana voi pitää automaattisesti työpöydälle latautuvaa työkalupalettia (Tool Palettes), johon valmiiden lokalisoitujen työkalujen lisäksi voi tehdä omat työkalut. Paletin työkalut ovat aina käsien ulottuvilla aloituspohjasta riippumatta (kuva 6).



Kuva 6. ACAssa työpöydälle automaattisesti latautuva työkalupaletti

ACA mahdollistaa nopean mallintamisen erilaisten 3D-havainnekuvien tekoon selväpiirteisten sisäänrakennettujen visualisointiominaisuuksien ansiosta. Automaattinen tallennusmuoto on *AutoCad* drawing (.dwg). Muita tallennusmuotoja ovat dfx, dgn, dwf/ dxf, 3D dwf, pdf, gbxml ja ifc.

Tänä päivänä työelämässä pientalosuunitelmia siirretään eri alan suunnittelijoiden kesken edelleen lähes poikkeuksetta dwg-tiedostomuodossa 2D-kuvina. Pääkuvat tallennetaan käytännössä aina myös vanhempaan *AutoCad* 2000- muotoon. Tällä varmistetaan kuvien avautuminen myös vanhoillisemmilla suunnittelijoilla.

2.5.2 Autodesk Revit Architecture (Revit)

Vuonna 2002 Autodesk osti *Revit* Technology Corporation yrityksen ja sen myötä alkoi kehittämään tätä ei- *AutoCad*-pohjaista *Revit*- tuotetta./10./ *Revit*in kehitystyö ja markkinointi on ollut näkyvää ja tuloksellista Autodeskin erilaisten suunnittelijoille suunnattujen tuotevaihtokampanjoiden ansiosta. Siirtymistä *AutoCad* tuotteista *Revit*iin on myös helpotettu hieman muuttamalla ohjelmien yleisilmettä samankaltaiseksi. Arkkitehtisuunnitteluun suunnatun *Revit Architecture* -ohjelman (*Revit*) lisäksi Autodesk on kehittänyt rakennesuunnitteluohjelman *Revit Structure*n sekä talotekniikkaan suunnatun *Revit MEP* -ohjelman.

Tässä opinnäytetyössä käytettiin ACAn lisäksi toisena tietomallinnusohjelmana *Revit Architecture* -ohjelmaa (*Revit*). Lisäksi mainittakoon, että molempien ohjelmien, ACAn ja *Revit*in tietomallit on mahdollista siirtää Autodeskin visualisointiohjelmaan 3ds Maxiin, mikäli haluaa viimeistellä tarkasti esimerkiksi tietomallista tuotettavia havainnekuvia.

*Revit*in vahvoina puolina ovat mm. projektitietojen tallentuminen yhteen paikkaan. Mallia voidaan tarkastella sekä tehdä siihen muutoksia pohjakuvien, leikkauksien, 3D-mallien tai luetteloiden kautta. Muutokset päivittyvät automaattisesti kaikkiin näkymiin. *Revit*in rakennuskomponentit pohjautuvat family-objekteille. Nämä parametriset komponentit mahdollistavat hyvin yksityiskohtaiset suunnitelmat, sekä niitä voidaan hyödyntää luotaessa edelleen uusia kappaleita tai rakennusosia./11./

*Revit*istä löytyy detaljikuvien tekoon kehitetyt detaljointityökalut ja detaljikirjastot ovat muokattavissa suunnittelijan omien standardien mukaisiksi. Lisäksi *Revit*issä on ACAn tapaan integroitu visualisointimahdollisuus./11./

Revit asennetaan tietokoneelle omana ohjelmanaan ja resurssienhallinnassa lokalisointipaketista siirretään kansiot ohjeen mukaan asentuneen *Revit*in juureen. Lokalisoinnissa on mukana Talo 2000 -hankenimikkeistö sekä Talo 2000 -materiaaleille. Automaattinen tallennusmuoto on Autodesk *Revit* Project (.rvt). Muita tallennusmuotoja ovat dwg, dxf, dgn, sat, dwf/ dwfx, adsk, fbx, gbxml, ifc ja odbk.

2.6 Talo 2000 -nimikkeistöjärjestelmä

Nimikkeistöjärjestelmää käytetään rakennusalalla eri osapuolten välisessä tiedonsiirrossa. Nimikkeistöä käytettäessä pystyy suunnittelu, tuotanto ja toimittajat puhumaan samoista asioista niiden oikeilla nimillä varmistaen samalla kaiken tarvittavan luettelon mukaisen asian läpikäydyksi. Tämä pätee määrä- ja kustannuslaskennasta alkaen.

Käytetyin nimikkeistöjärjestelmä on ehkä vielä tänäkin päivänä Talo 80 -nimikkeistö, jota rakennusliikkeet suosivat. Se on kattava ja se osittuu pieniin osiin. Tästä syystä Talo 90 -nimikkeistö on osoittautunut käytännössä väliinpuotoajaksi. Talo 2000 -nimikkeistö on uusin ja mahdollisesti tulee korvaamaan edellä mainitut vanhemmat nimikkeistöt. Talo 2000 -nimikkeistö on kehitetty tietomalleja varten ja se sopii rakennuttajille.

Tämän suomalaisen nimikkeistön on määritellyt Talo 2000 -toimikunta, johon kuuluu muun muassa edustus suurimmista rakennusyhtiöistä, Suomen arkkitehtiliitosta, Se-naatti-kiinteistöistä, Helsingin kaupungin rakennusvirastosta ja VTT:ltä. Koordinaattorina toimii Rakennustietosäätiö RTS./12./

Talo 2000 -nimikkeistön pääosat ovat

- tilanimikkeistö (rakennus huoneisto- ja tilatyypeittäin)
- hankenimikkeistö (rakennus ja tekniikkaosat sekä hanke-, kiinteistö- ja käyttäjätehtävät)
- tuotantonimikkeistö (hankinnat, toimitukset, tehtävät, työlajit)
- rakennustuotanimikkeistö (rakennustuotteet)
- kalustonimikkeistö (koneet, kalusteet, laitteet)/12./

Tässä opinnäytetyössä käytetään luetteloiden litteroinnissa hankenimikkeistöä.

3 TUTKIMUS

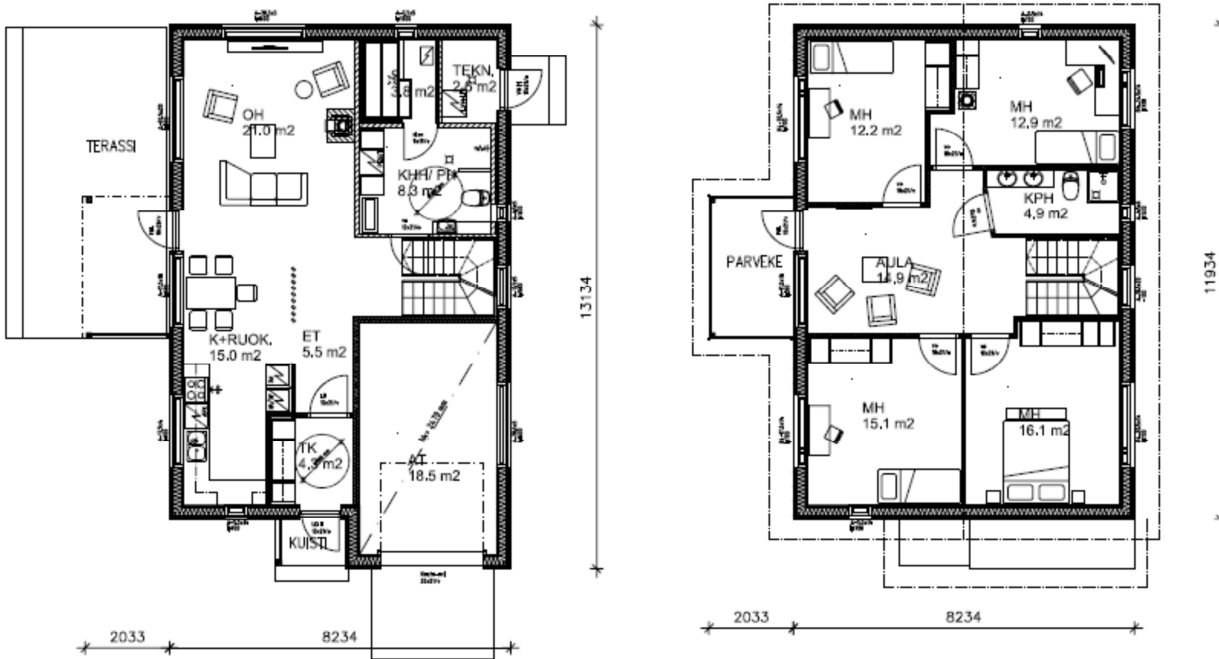
Tässä opinnäytetyössä tutkimuskohteena olevan talon suunnittelutyön antoi yrityksellemme alun perin nurmeslainen talotehdas Karelment Oy uutta taloesitettä varten. Talomallin käyttö tässä opinnäytetyössä on sovittu talotehtaan kanssa.

Idea tutkimuskohteen pohjaratkaisuun on tullut Etelä-Suomen kasvukeskusten pienten tonttien vuoksi. Pohjapinta-ala ja runkosyvyys tuli miettiä mahdollisimman pieneksi sekä autosuoja ja tekn./varastotila olivat tärkeitä saattaa tilankäytön tehokkuuden myötä samaan yhteyteen. Rakennettavan alueen pohjamaan ja kaavamääräysten salliessa ko malliin on mahdollisuus rakentaa myös kellarikerros, jolloin käyttötila kasvaa n. 80 m².

Tutkimuskohteena oleva talo on suunniteltu ja mallinnettu *ACAlla*. Työssä tutkitaan *ACAn* ja *Revit*n välistä tiedonsiirtoa IFC-muodossa ja selvitetään poikkeako ohjelmista saatu tieto toisistaan, sekä saadaanko näistä tietomalleista luotettavaa tietoa yksilöllisten talojen määrä- ja kustannuslaskentaan. Lisäksi tarkastellaan *ACAlla* tehtyjen tietomallien hyödyntämismahdollisuuksia siirryttäessä mahdollisesti pelkästään *Revit*-ohjelman käyttöön. Tutkimustyö on rajattu sokkelista ylöspäin, sillä talotoimituksiin ei vakiona kuulu työt ja tarvikkeet perustuksiin ja alapohjaan. Samoin pois on jätetty talotoimituksiin kuulumattomat kalusteet ja laitteet.

3.1 Tutkimuskohde

Tutkimuskohteena on *ACAlla* suunniteltu ja mallinnettu kaksikerroksisen omakotitalo. Talomalli on suunniteltu lähinnä ”Helsinki-taloksi” ja se edustaa neljä-viisihenkisen perheen toivekotia rakennettuna esim. Etelä-Suomen pienille kaavatonteille. Kerrosalaa on 189 m², josta huoneistoalaa 149 m² sekä autotalli- teknistä tilaa 21 m² (kuva 7).



Kuva 7. ACAlla mallinnetun talon ensimmäisen ja toisen kerroksen pohjakuva

Talosta tehtiin toimeksiannon mukaan myös julkisivukuvat sekä visualisoidut 3D-kuvat (kuva 8).



Kuva 8. ACAlla mallinnetun talon visualisoitu 3D-julkisivukuva

3.2 Rakenteet ja rakennusosat

Tutkimuskohteessa mallinnetut rakenteet noudattavat toimeksiantajan käyttämiä vakiorakenteita asuinrakennuksissa. Samalla ne täyttävät tämän päivän energiamääräykset. Rakenteet on nimetty Talo 2000 -hankenimikkeistön mukaan /6./, jota molemmat tässä työssä käytettävät tietomallinnusohjelmien lokalisoinnit tukevat.

Tässä tutkimustyössä on rajattu tutkittavat rakennusosat alla oleviin litteroituihin rakennusosiin.

12 Talo-osat

Talo-osat koostuvat perustuksista, alapohjasta, rungosta, julkisivuista, vesikatosta ja ulkotasoista.

122 Alapohjat

1221 Alapohjalaatta

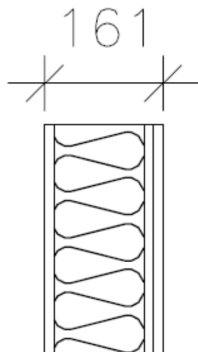
Tutkimuskohteen talomalli edustaa tasamaatontille rakennettavaa taloa. Perustukset voidaan käytännössä toteuttaa perusmaan kantavuudesta riippuen joko anturasokkeli -yhdistelmällä alapohjan tällöin ollessa maanvastainen teräsbetonilaatta alapuolisine eristyksineen, tai paaluperustaisena kantavine teräsbetonisokkeleineen ja tuulettuvine alapohjineen. Tuulettuvassa alapohjaratkaisussa ensimmäisen kerroksen lattia voidaan toteuttaa ontelolaatoilla tai vaikkapa puurakenteisena. Kolmas vaihtoehto on reunavahvistettu teräsbetonilaatta, jota käytetään nykyään ehkä eniten erilaisen talousrakennusten perustusvaihtoehtona.

Tässä tutkimustyössä pohja on mallinnettu vain paksuna laattana, sillä talotehdas tarvitsee siitä harvoissa puurakenteisissa alapohjatapauksissa korkeintaan neliötiedot tarjouslaskentaa varten. Alapohja on mahdollista mallintaa väli- ja yläpohjan tapaan (kts. kohta 4.3.4) laatta työkalulla.

123 Runko

1232 Kantavat seinät

Autotallia vasten oleva puurunkoinen kantava ja samalla osastoiva väliseinä (kuva 9) on mallinnettu edellä kerrotusta kevyestä äänieristetyistä seinästä muokatulla väliseinätyökalulla.

**KVS 1**

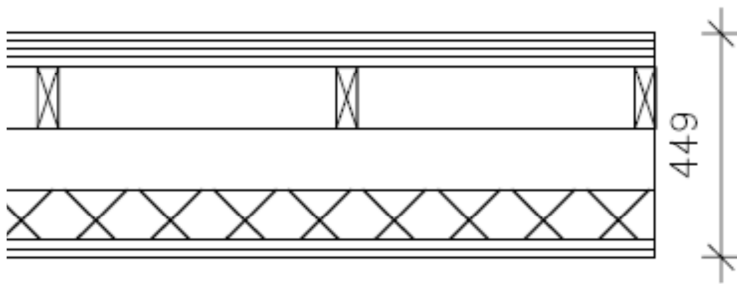
- erikoiskova kipsilevy 13 mm
- puurunko 122 mm K600 + min.villa
- erikoiskova kipsilevy 13 mm x 2

Kuva 9. Puurunkoinen kantava ja samalla osastoiva väliseinä

Pesuhuoneen kantava kiviseinä on mallinnettu 130 mm paksuna tiiliseinä, joka toimii samalla palomuurina. Kivirakenteiset seinät eivät kuulu talotehtaan tarjouksen piiriin, joten niistä saatava tieto voidaan laskea rakentajapalvelun puolelle.

1235 Välipohja

Välipohja (kuva 10) on mallinnettu siihen tarkoitettu laatta-työkälulla, jossa rakenne on määriteltävissä halutunlaiseksi samalla tavoin kuin seinärakenteissa. Välipohjarakenteen leikkauskuvaan on editoitu mukaan ristikoolaus havainnollistamaan rakennetta.

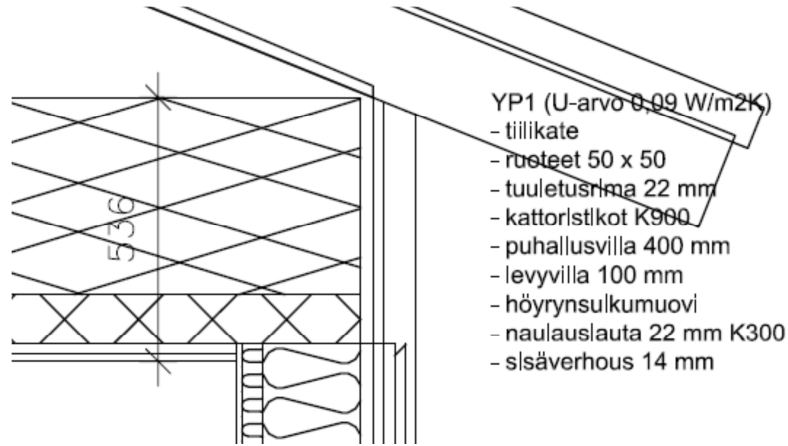
**VP1**

- erikoiskova kipsilevy 15 mm
- erikoiskova kipsilevy 15 mm
- erikoiskova kipsilevy 13 mm
- naujauslauta 22 mm K200
- ristikoolaus 123 mm K600
- vp-vasat 223 K600 + askeleriste 100 mm
- Ilmansulkupaperi
- naujauslauta 22 mm K300
- säsäverhous 14 mm

Kuva 10. Talotehtaan vakio välipohjarakenne

1236 Yläpohja

Yläpohja (kuva 11) on mallinnettu välipohjan tapaan laatta-työkälulla, jossa rakenne on määriteltävissä samalla tavoin kuin seinärakenteissa.

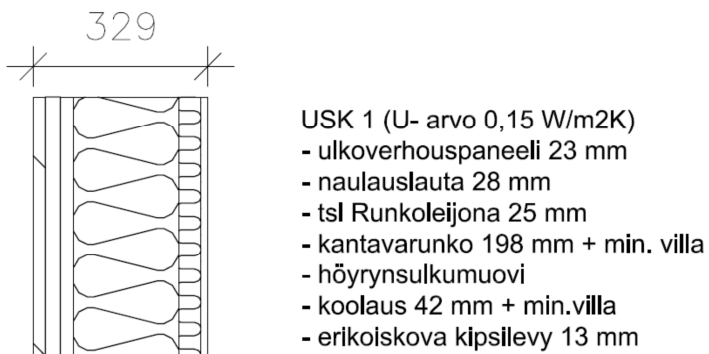


Kuva 11. Talotehtaan vakio yläpohjarakenne

124 Julkisivut

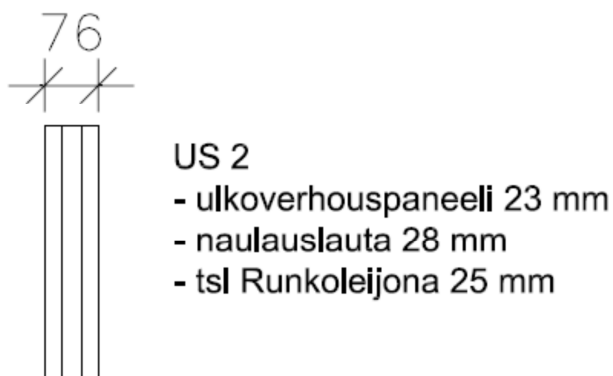
1241 Ulkoseinät

Lämpimien tilojen ulkoseinärakenteet USK1 on mallinnettu talotehtaan vakiorakenteella (kuva 12), jolloin seinän U-arvo on 0,15 W/m²K. Sisäseinäkorkeudet ovat ensimmäisessä kerroksessa 2570 mm ja toisessa kerroksessa 2470 mm.



Kuva 12. Talotehtaan vakio ulkoseinärakenne

Kylmän ullakkotilan ulkoseinärakenne US2 on mallinnettu omassa yksinkertaisuudessaan (kuva 13). Käytännössä oheinen rakenne on kiinnitetty päädyissä päätykolmiorakenteeseen ja sivuseinien yläosassa tehdasvalmisteisiin kattoristikoihin.



Kuva 13. Kylmän ullakon puuverhottu seinärakenne

1242 Ikkunat

Ikkunat ja kaikki ovet on muokattu lokalisoinnin mukana tulleista malleista. Ikkunat on pidetty "kasvottomina" eli profiileja ei ole hienosäädetty jonkun ikkunatoimittajan mukaan. Ikkunakoot ja ikkunoiden karmisyvyyden on mallinnettu totuudenmukaisesti, samoin asennussyvyys 23 mm seinän sisäpinnasta on talotehtaan käytännön mukainen. Ikkuna-aukkojen yläpinnan korko lattiasta on ensimmäisessä kerroksessa 2 300 mm ja toisessa kerroksessa 2 100 mm.

1243 Ulko-ovet

Ulko-ovien leveytenä on käytetty 10M ovia, jolla varmistetaan vapaa kulkuaukon riittävä leveys liikuntaesteisiä ja hätäpoistumista ajatellen. Karmisyvyydet ovat vakio-ovitoimittajien tuotteiden mukaan ja asennussyvyyden oville on säädetty ulkoapäin samaan tasaan ikkunoiden ulkopinnan kanssa. Ovikorkeudet noudattelevat kerroksittain ikkunakorkoja.

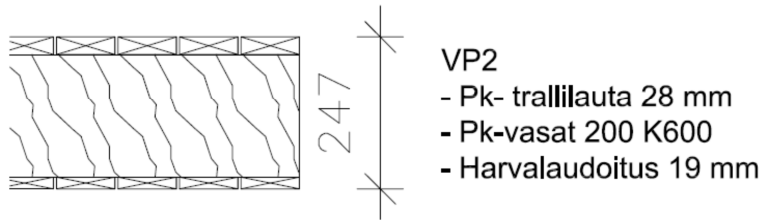
125 Ulkotasot

Ulkotasot ovat rakennukseen kiinteästi liittyvät parvekkeet, katokset ja terassit.

1251 Parvekkeet

12513 Parvekkeen laattarakenne

Parvekkeen välipohja syntyy laattatyökalulla (kuva 14).



Kuva 14. Parvekkeen välipohjarakenne

12514 Parvekkeen kannatusrakenne

12515 Parvekkeen kannatusrakenne

12516 Katoksen kannatusrakenne

Näissä kaikissa näkyvät osat liimapuuta, pilaripaksuus 115x115 mm, palkit LP115x365 mm

12518 Parvekkeen kaide

Parvekkeen kaiteet on mallinnettu Rakennusmääräyskokoelman F2 –vaatimusten täyttäväksi.

126 Vesikatot

1262 Räystäärakenteet

Yläpohjan leikkauskuvaan (kuva 11) havainnollistettu kattoristikon yläparre (samalla räystäs) on mallinnettu katto-työkalulla.

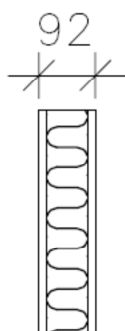
1263 Vesikatteet

Yläpohjan leikkauskuvaan (kuva 11) havainnollistettu vesikate on mallinnettu katto-työkalulla.

131 Tilan jako-osat

1311 Väliseinät

Puurunkoiset kevyet äänieristetyt väliseinät on mallinnettu suoraan oikeanlaisena lokalisoinnista löytyvällä väliseinätyökalulla (kuva 15).



VS 1

- erikoiskova kipsilevy 13 mm
- kertonpuurunko 66 mm K600 + min.villa
- erikoiskova kipsilevy 13 mm

Kuva 15. Puurunkoinen ei-kantava väliseinärakenne

1313 Erityisväliseinät

Tutkittavassa kohteessa on mallinnettu pesuhuoneen ei-kantavat kiviseinät 85 mm paksuina, jolloin ne ovat toteutettavissa esim. ohutsaumaliimatusta kahiponttitiilistä.

1314 Kaiteet

Sisäpuolen kaiteet on mallinnettu Rakennusmääräyskokoelman F2 –vaatimusten täyttäväksi

1315 Väliovet

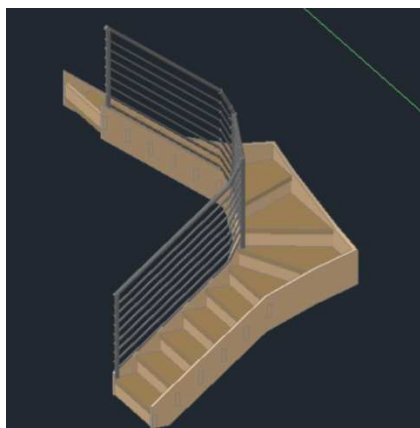
Väliovet ovat ulko-ovien tapaan 10M leveitä ovia, joiden karmisyvyys on muokattu nykymarkkinoiden mukaan 92 mm:iin. Väliovikorkeudet ovat 2 100 mm. Poikkeuksena saunan kokolasiovi on 9x19.

1316 Erityisovet

Autotallin nosto-ovi on mallinnettu vakiokokoon 25x21M.

1317 Tilaportaat

Sisäportaat on mallinnettu Rakennusmääräyskokoelman F2 –vaatimusten täyttäväksi (kuva 16).



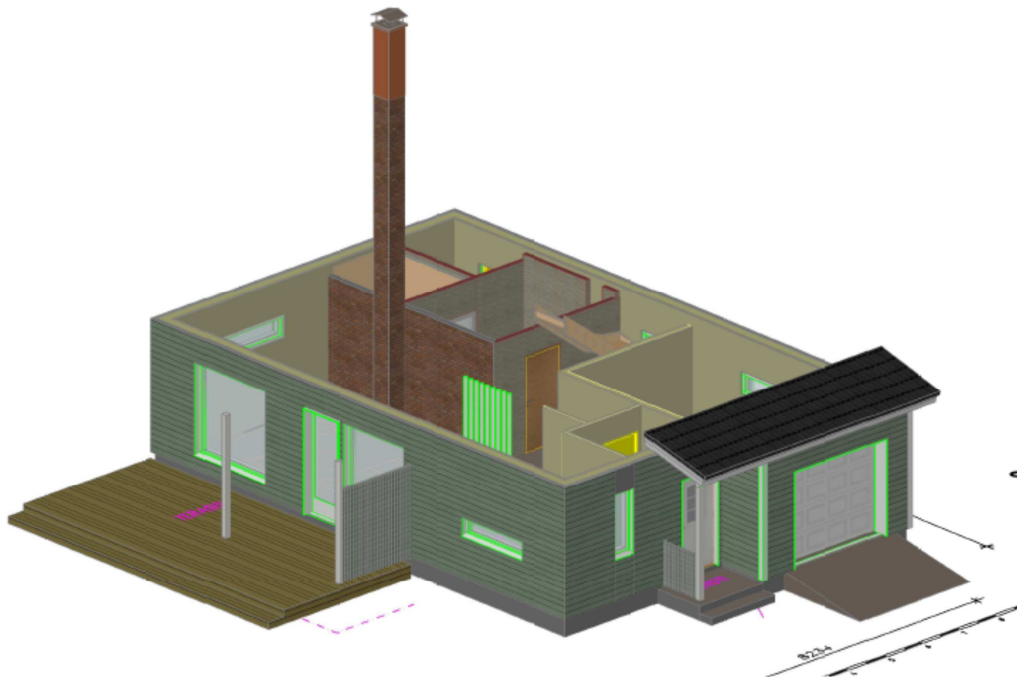
Kuva 16. Sisäportaat

4 TUTKIMUSKOHTTEEN TIETOMALLINNUS

Suunnittelutyö mallistoa ajatellen poikkeaa hieman asiakaskohtaisesta suunnittelusta. Mallistosuunnittelussa tulee ottaa huomioon enemmän yleisiä toiveita ja tarpeita sekä mahdollisuuksia. Malliston malleilla pyritään tuomaan esiin ideoita ja ratkaisuja. Avainsanat tutkimuskohteen talomalliin ovat mm. pieni pohjapinta-ala, pieni tontti, moderni malli.

4.1 Mallinnustyö *AutoCad Architecture 2011* -ohjelmalla (ACA)

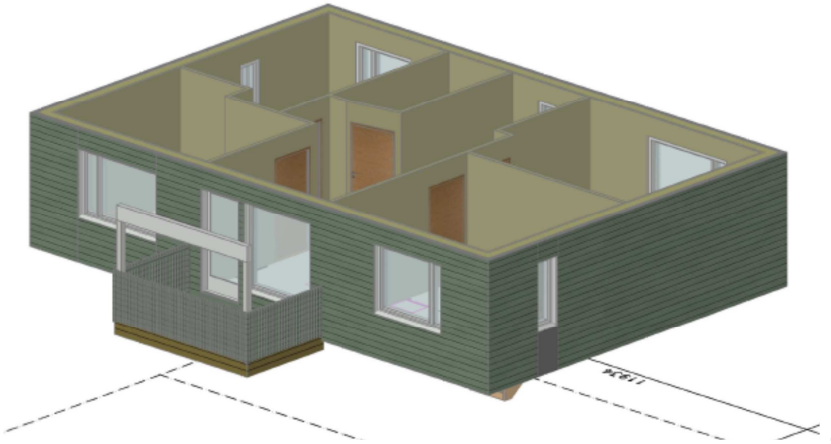
Tutkimuskohde on alun perin mallinnettu ACA:lla. Kohdan 3.2 mukaiset rakenteet on tehty ja nimetty ne muokkaamalla ohjelman alkuperäisistä rakennetyökaluista, esimerkkinä uuden ulkoseinätyypin teko (liite 1). Suunnittelu on aloitettu ensimmäisestä kerroksesta omalta räätälöidyltä aloituspohjalta. Ensimmäisen kerroksen lattiatasoksi on asetettu 0-taso ja sen alapuolelle samaan kuvaan on mallinnettu ulkoseinien linjojen mukaan liitteen 8 mukaan paksu alapohjalaatta (kuva 17). Vesikatto on mallinnettu kerroskohtaisesti, jolloin esimerkiksi seinien nosto vesikattoon onnistuu vaivattomasti. Kaikkien rakennusobjektien muokkaus tai lisäys onnistuu 3D-näkymässä.



Kuva 17. 3D-malli ensimmäisestä kerroksesta

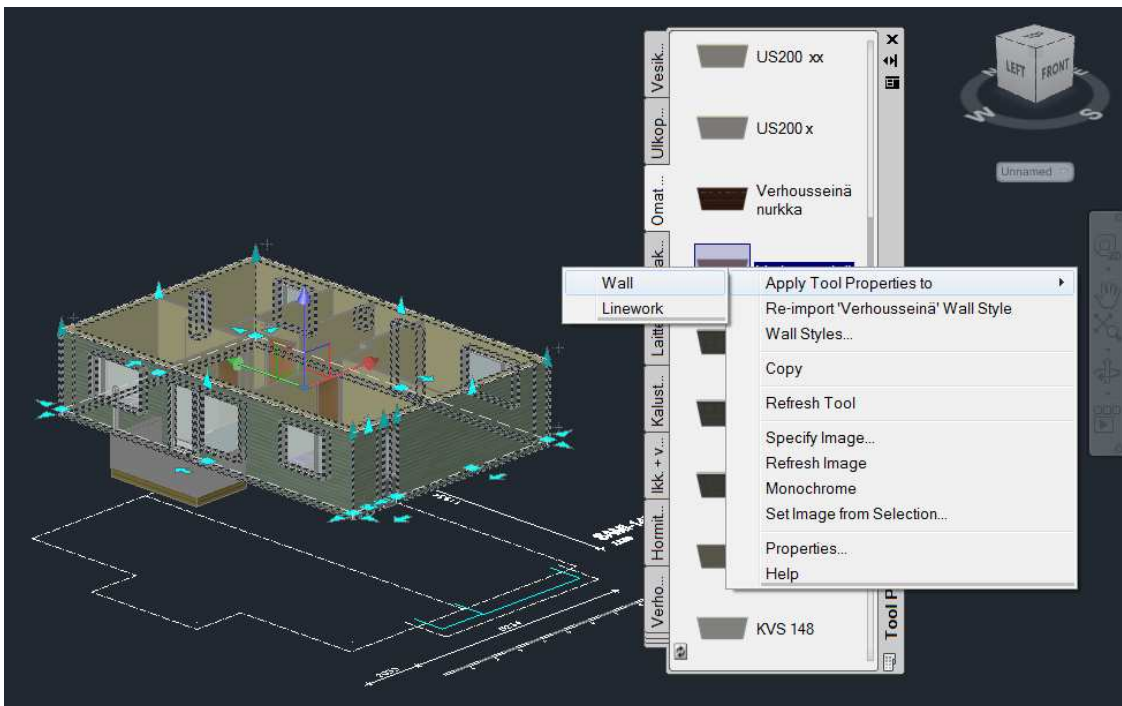
Toinen kerros on luotu uudelle aloituspohjalle tallentamalla *Save As* -komennolla ensimmäinen kerros ja lähdetty sen pohjalta muokkaamaan alapohjalaatan välipohjalaa-

taksi lähtökorkoineen jne. Tällä tavalla jo ensimmäiseen kerrokseen luodut laatta-, seinä-, ikkuna-, ovi- ja tilatiedot olivat muokattavissa sekä hyödynnettävissä mahdollisimman tehokkaalla tavalla (kuva 18).



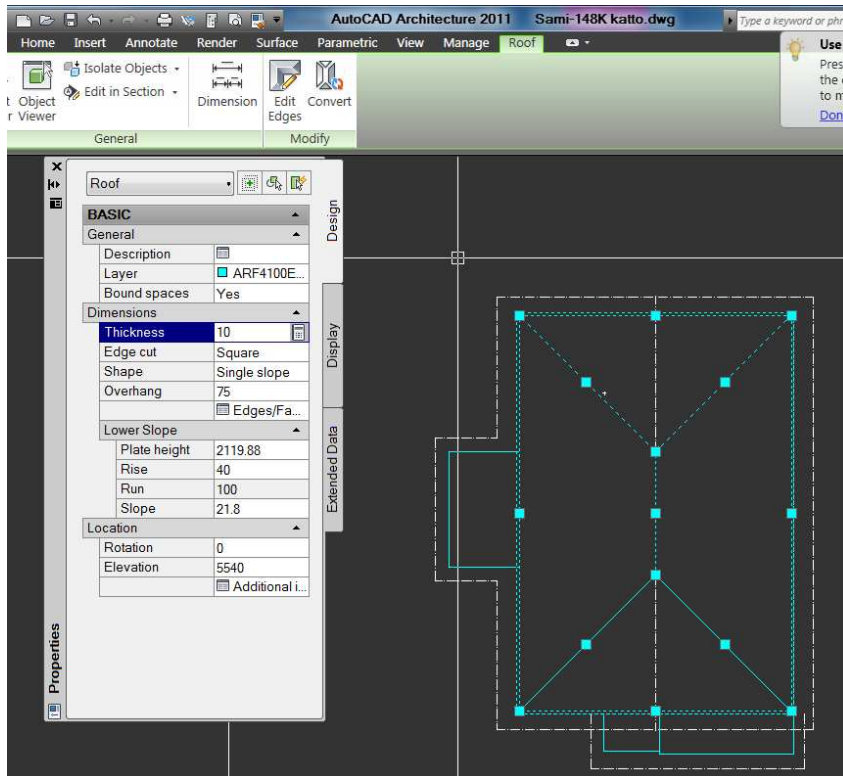
Kuva 18. 3D-malli toisesta kerroksesta

Kattokerroksen luominen tapahtui edellisen tapaan. Ulkoseinät on muokattu aktivoimalla kaikki ulkoseinät ja muutettu ne halutuksi kylmän ullakkotilan ulkoseinärakenteeksi (US 2) työkalupalettiin (Tool Palettes) tallentulla verhousseinäkomennolla (kuva 19).



Kuva 19. Kattokerroksen seinätyypin muuttaminen

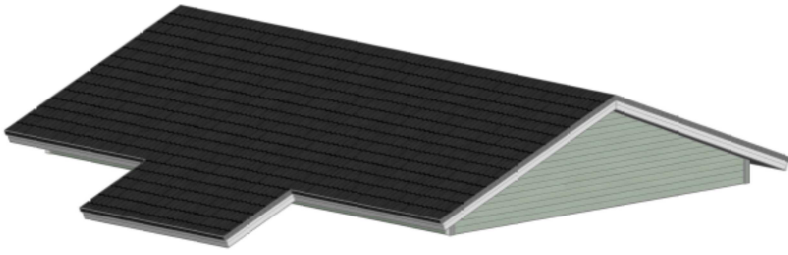
Tämän jälkeen on poistettu ylimääräiset objektit ja merkinnät pois ja lisätty katto sen omalla kattokomennolla noutamalla sen joko valintanauhasta tai työkalupaletista. Katto muotoutuu oletusasetuksilla aumakatoksi, jota voi lähteä työstämään katon kahvojen sekä Properties-valintaikkunan avulla (kuva 20).



Kuva 20. Katto-objektin hienosäätö

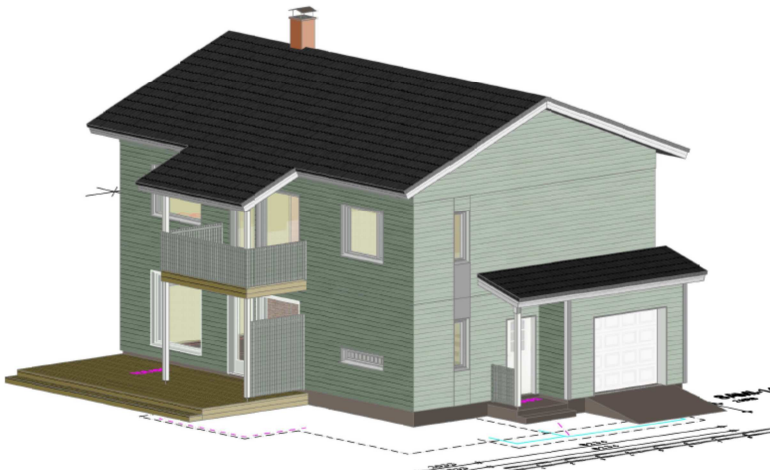
Säätöjen jälkeen on Convert-käskyllä muunnettu katto-objekti erillisiksi kattolappeiksi, jolloin esim. kohteen parvekkeen ylle ulottuva kattolippa on helpoin tapa toteuttaa. Mallinnuksessa on itse asiassa kaksi katto-objektia päällekkäin, jolloin molemmille objekteille on muuntamisen yhteydessä mahdollisuus määrittää haluttu lapetyyli. Myös kattomassa on luonnollisemman näköinen. Lapetyyliin voi määrittää mm. materiaalit/ sävyt ja tarvittaessa myös rakenne.

Kattokerros on viimeistelty aktivoimalla ullakkotilan seinärakenteet sekä seinätyökallulla muokatut nurkkavuorilaudat. Modify Roof Line -komennolla aktivoidut osat leikautuvat valitun kattokerroksen mukaan (kuva 21).



Kuva 21. Viimeistelty kattokerros

Tässä, kuten pientalokohteissa yleensäkin, on eri kerrokset yhdistetty toisiinsa uudelle omalle aloituspohjalle viitekuvakomennolla-Xref. Tällöin esiin tulee External References -ikkuna, jonka vasemmassa ylä laidassa olevan dwg-painonapin kautta pääsee hakemaan halutun tiedoston aloituspohjalle. Liitettäessä viitekuvaa aloituspohjaan määritellään mm liitettävän kuvan korkeusasema. Tällä periaatteella viitekuvina eri kerroksista tuodut kuvat muodostavat mallinnetun talon (kuva 22). Viitekuvia voi myös muokata Edit xref in place -komennolla, jolloin muutokset ovat päivitettävissä myös alkuperäiseen kuvaan.



Kuva 22. Kerrokset yhdistettyinä viitekuvatoiminnolla

4.1.1 Projektin luominen *AutoCad Architecture* 2011 ohjelmalla (ACA)

Toinen virallisempi tapa on luoda kohteesta projektikokonaisuus Project Browserin avulla. ACAssa ei siis ole valmiiksi integroitua projektin luontia *Revit*in tapaan, vaan projekti täytyy muodostaa erikseen projektitoiminnon kautta.

Projektitoiminnon käytön hyvät puolet tulevat esille varsinkin kohteissa, joissa on toistuvia kokonaisuuksia, sekä isoissa kohteissa, joissa projektitiedostot voidaan jaotella erilaisiin osiin, esim. lohkoihin ja/ tai kerroksiin. Tällöin projektissa useamman suunnittelijan yhtäaikaista työskentelyä eri osa-alueilla on mahdollista. Pientaloprojekteissa projektitoiminnon käyttö ja sen hyöty on vähäisempää. Ainoastaan useampikerroksisissa tasojen yhdenmukaisuus on hyödynnettävissä kopiointitekniikkaa hyväksikäyttäen, sekä automaattiset lohko ja kerrosmerkinnät erilaisiin luetteloihin helpottavat tiedonhallintaa./9./

Muodostetaan vielä malliksi projekti olemassa olevista tutkimuskohteen dwg-tiedostoista (liite 2).

4.1.2 Luettelotieto ACAn tietomallista

ACAssa tarvittavat luettelot tehdään eri rakennuskomponenteille kohdistetuilla luettelotyökaluilla. Luettelot on mahdollista tuoda näkyviin joko saman kuvatiedoston kuva-arkille tai suositeltavammin viitekuvatiedoston kuva-arkille. Tällöin kyseessä oleva tiedosto on järjestelmällisemmin tallennettavissa omaksi esimerkiksi luettelotiedostoksi. Projektitoimintoa käytettäessä vastaavat viitekuvatiedostot tallennetaan Views-välilehdelle (kuva 23).

Tyyppi	Tyyppin kuvaus	Paksuus	Korkeus	Pituus	Sisa-	Nettoala	Olr
US1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	329	2840	13000	31.486	33
US1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	329	2840	1200	3.408	3.4
US1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241					4.6
US1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241					11
US1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241					3.7
US1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241					21
US1 ef	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241					.78
US1 keittiö	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241					12

Kantavat seinät - mittatiedot	
Tyyppi	Tyyppin kuvaus
KVS 148 at	Rankorakenteinen kipsilevyseinä 13-122-13x2
KVS 148 at	Rankorakenteinen kipsilevyseinä 13-122-13x2

Ei kantavat seinät - mittatiedot	
Tyyppi	Tyyppin kuvaus
Kipsilevy-ranka (eriste) 13-68-13	Rankorakenteinen kipsilevy
Kipsilevy-ranka (eriste) 13-68-13	Rankorakenteinen kipsilevy
Kipsilevy-ranka (eriste) 13-68-13	Rankorakenteinen kipsilevy

Kuva 23. Esimerkki Projektin Views –välilehdelle muodostetusta tiedostopolusta

Luettelotyökalut ovat ACAssa saatavissa komentovalintanauhalla Annotate > Sheduling tai huomattavasti selkeämmästä erillisestä työkalupaletista (Tool Palettes) Luettelot-välilehdeltä. Luettelosta löytyy työkalu eri objekteille mm. alueille, ikkunoille, oville, seinille, tiloille, kalusteille ja varusteille, mutta katto- ja laattakomponenteista saatavan tiedon suhteen luettelon saanti ei tiedä hyvää, sillä näihin ei löydy omaa työkalua. Sama asia on huomattu jo aiemmin, sillä katosta ja laatoista ei löydy myöskään laajempaa tietoa Properties-ikkunasta Extended Data -välilehdeltä.

Tässä työssä on tehty malliksi luettelot ACA-ohjelmalla tutkimuskohteen ensimmäisestä kerroksesta ja kattokerroksesta. Rakennusobjekteittain tehdyt luettelosisällöt hioin vastaamaan talotehtaan tarjouslaskennan tarpeita ja esimerkiksi rakenneosittain tehtyyn seinäluetteloon lisäsin tilavuustiedot havainnollistamaan ulkoseinäelementtien tilatarpeen kuljetuksessa (liite 3).

4.1.3 Luettelotietojen tiedonsiirto ACasta

ACasta löytyy Export-komennolla luettelotiedoille eri tallennusmuotoja. Suosituin niistä lienee *Microsoft Excel 97 tai 2003 (*.xls)* -muoto. Luettelo 1 on ACasta Export -komennolla suoraan tallennettu *Microsoft Excel 2003 (*.xls)* -muotoon (liite 4). Luettelossa ovat säilyneet ACAn jäljiltä mm. yhteenlaskukaavat. Luettelosta on Excel-pohjaisessa tarjouslaskennassa helppo noutaa tai linkittää tarvittavat tiedot omaan käyttöön. Muita ACasta löytyviä Export-komennolla tallennettavia muotoja ovat Text (Tab delimited) (*.txt)- ja CSV (Comma delimited) (*.csv) -tiedostomuodot, joiden hyötynäkökohtia ei tässä opinnäytetyössä lähdetty tutkimaan.

G10								
=SUMMA(G3:G9)								
A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Ulkoseinät - mittatiedot							
2	Kerros	Tyyppi	Tyypin kuvaus	Talo2000	Paksuus	Korkeus	Pituus	Ulkopinnan bruttoala
3	1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	13000,	37,21
4	1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	7900,	22,581
5	1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	4244,	12,053
6	1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	3856,	11,241
7	1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	1200,	3,408
8	1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	8100,	23,294
9	1	USK1 keittiö	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	3900,	11,221
10							42200,	121,007

Luettelo 1. Ensimmäisen kerroksen ulkoseinä tiedot Excel-muodossa

4.1.4 Tietomallin siirto ACAsta

Tietomalli koostuu oliopohjaista tietoa sisältävistä rakennusobjekteista. Nämä objektit on mahdollista muuttaa IFC-tiedostomuotoon, jolloin tietomallin käsittely onnistuu toisella IFC-tiedonsiirtoformaattia tukevalla ohjelmalla. IFC-tiedostoon tallentuu siis tietomallin mukana kaikki materiaali- ja geometriatieto.

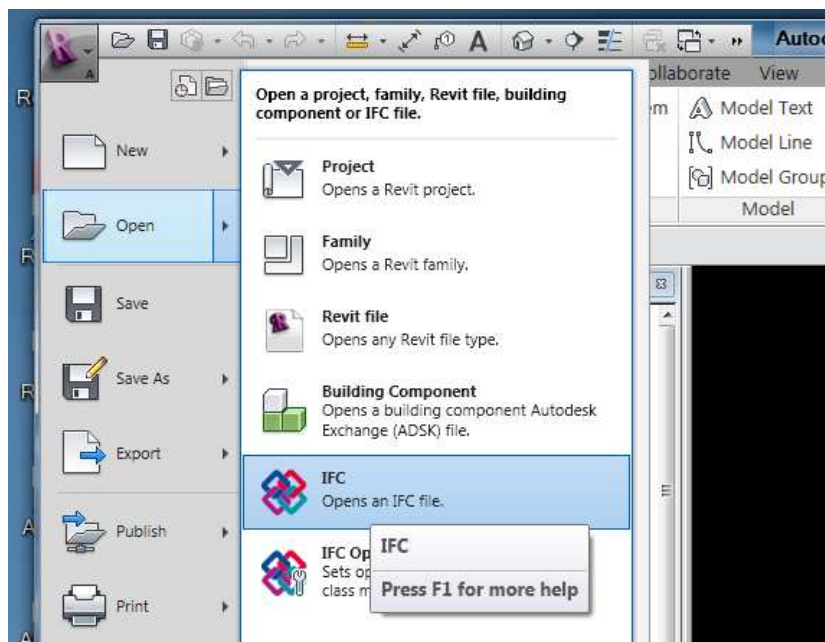
Tässä tutkimustyössä on tallennettu ACAlla tehdyn kohteen koko projekti IFC-muotoon (liite 5), joka avataan kyseistä tiedostomuotoa tukevassa *Revit*-ohjelmassa.

4.2 IFC-tietomallin avaaminen *Revit* Architecture 2011 ohjelmalla (*Revit*)

Yksittäisen IFC-tiedoston avaaminen *Revit*issä on helppo toimenpide. Suurempi työ sisältyykin alkuperäisen tietomallin kerrosten yhdistelyyn (kohta 4.2.2), mikäli tietomallia ei ole alun perin tallennettu yhtenä projektina IFC-tiedostomuotoon (liite 5).

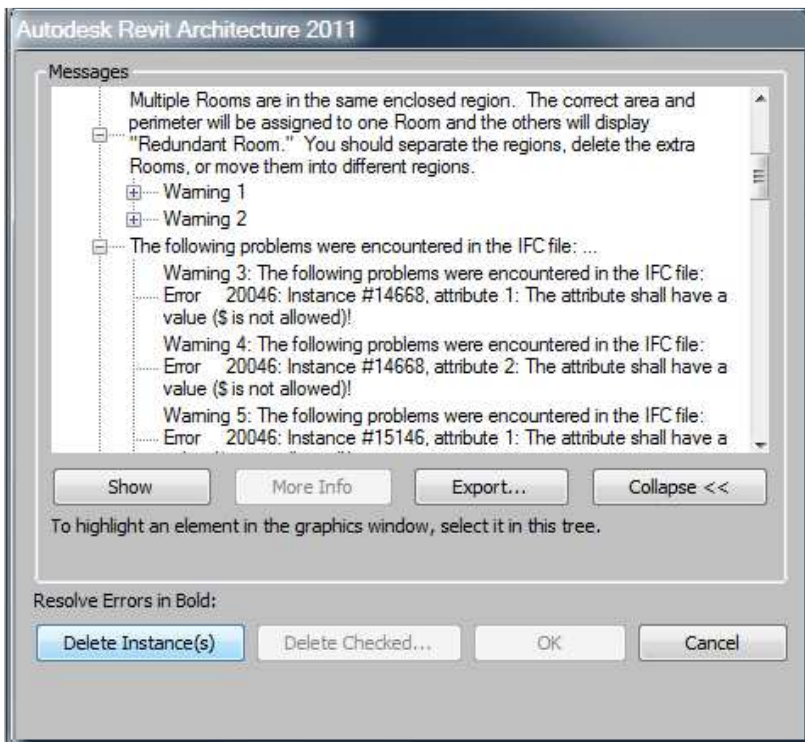
4.2.1 Projektina tallennetun IFC-tietomallin avaaminen

Projektiksi tallennetun IFC-tiedoston avaaminen tapahtuu *Revit*-ohjelmassa Sovellusvalikon kautta (kuva 24).



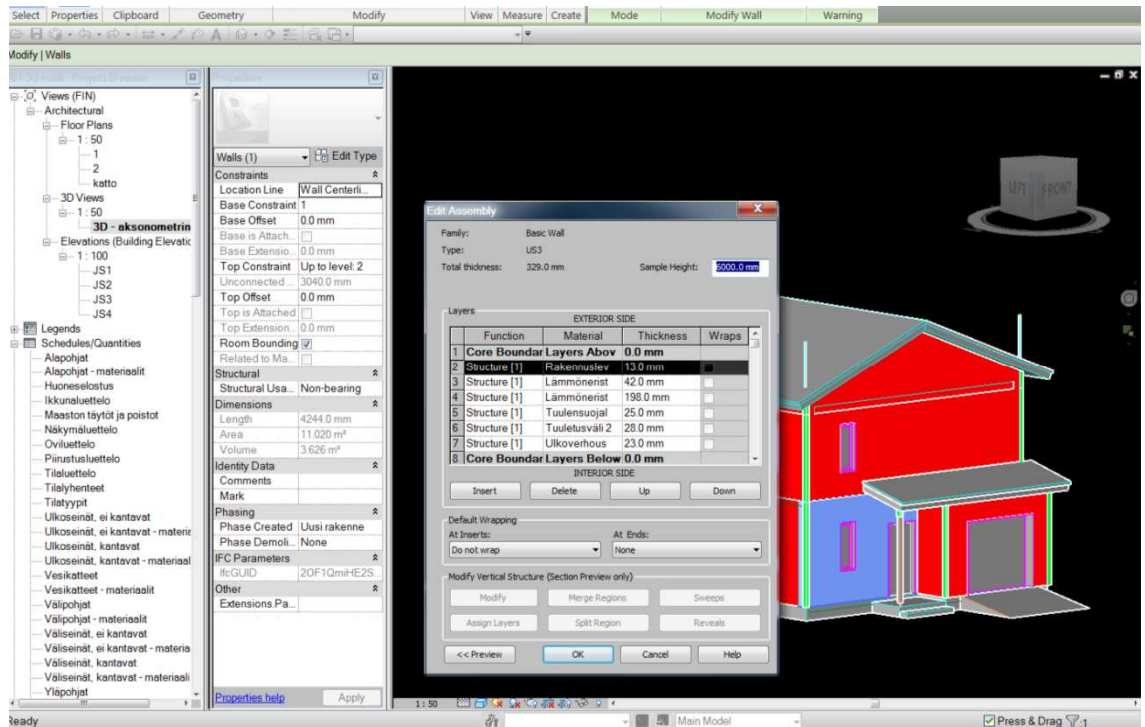
Kuva 24. IFC-tietomallin avaaminen *Revit*issä

Avattaessa IFC-tiedostoa tuli esiin ikkuna, joka kertoi tiedonsiirtoon liittyvistä ongelmakohdista (kuva 25). Ongelmakohdat osoittautuivat lähinnä ACAn rakennusobjektien tietoa sisältäviin parametreihin, jotka eivät ole yhdenmukaisesti luettavissa *Revit*-ohjelmassa. *Revit*-ohjelma ilmoitti myös huonetilatietojen osittain yhdistyvän ja muuttuvan. Tämä osoittautui käytännössä johtuvan siitä, ettei *Revit* lue ja muodosta samalla tavalla ACAn vierivieressä olevien tilojen jakoa, tässä tapauksessa keittiö ja ruokailutilaa, sekä olohuonetta. *Revit*issä tällaiset tilat jaetaan erikseen erillisin jakoviivoin (Room Separation Line), (liite 6).



Kuva 25. IFC-tiedostoa avattaessa ongelmakohdista kertova viesti-ikkuna

Poistetaan tapaukset (Delete Instances), jonka jälkeen tiedosto aukenee normaalisti. Massaltaan avattu tietomalli vastaa pääosin alkuperäistä näkymää ja ACAssa tehdyt rakennuskomponentit ovat säilyttäneet tietonsa (kuva 26). Suurin yllätys oli ACAssa laattatyökalulla tehdyt ala-, väli-, ja yläpohjaobjektit. ACAn laattatyökalulla tehdyistä laatoista ei yleensääkään saa itse ACAssa mitään tietoa irti (kohta 4.1.2). Aktivoidessani *Revit*issä alapohjalaatan näkyy Properties-ikkunassa laatasta myös tilavuus- ja neliötiedot.



Kuva 26. Esimerkki seinäobjektin säilyneistä rakennetiedoista

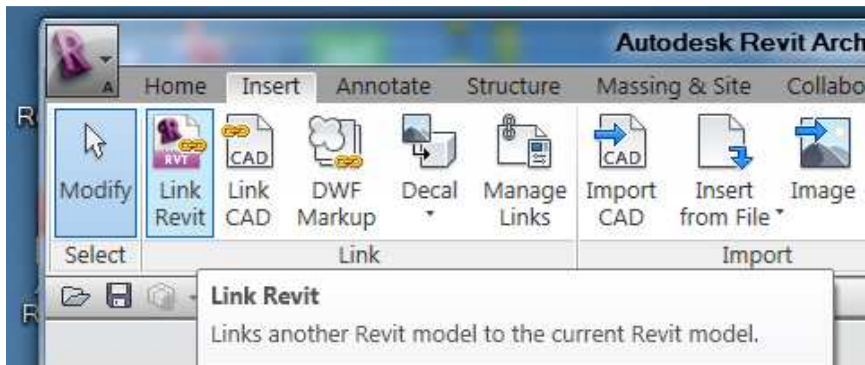
ACAssa projektina tallennetun IFC-tiedoston avaaminen onnistui *Revit*llä kokonaisuudessaan helposti. *Revit*issä avatussa projektissa säilyi myös ACAssa tallennetut ja nimetyt kerrostasot ja niille asetetut korkeudet. Ensimmäisen ja toisen kerroksen seinien yläosan kiinnitys piti vain asettaa ominaisuus-ikkunan (Properties) Top Constraint kohdassa aina ylempään.

4.2.2 Kerroskohtaisesti tallennettu IFC-tietomalli projektiksi

Mikäli ACAssa ei ole monikerroksista kohdetta luotu ja tallennettu projektiksi, joutuu *Revit*issä järkevän projektinhallinnan vuoksi suorittamaan pieniä lisäoperaatioita. Avatessa *Revit*llä kerroskohtaisesti tallennetun IFC-tietomallin, muodostui jokaisesta kerroksesta oma tallennettava projekti.

Nyt piti selvittää, miten eri kerrokset ovat yhdistettävissä yhteiseksi projektiksi. Yksi tapa *Revit*issä on yhdistää tallennetut (projektit) kerrokset samaan kuvaan linkittämällä ne Link *Revit* -komennolla (kuva 27). Linkitetty kerros tuli kohdistaa toisiinsa nähdessä ja määrittää kerroksille korkeusasemat. Tämä menetelmä osoittautui käytännössä turhan työlääksi, sillä linkitettävän kerroksen alkuperäinen projekti tulee aina olla suljettu ennen kuin se on linkitettävissä ja mikäli alkuperäinen taas avataan lisätyöstöä varten, joudutaan linkitys uusimaan työstetyn kerroksen osalta. Projekti koostuu muutoinkin tässä ratkaisumallissa irrallaan olevista tiedostoista ja näin tiedonhal-

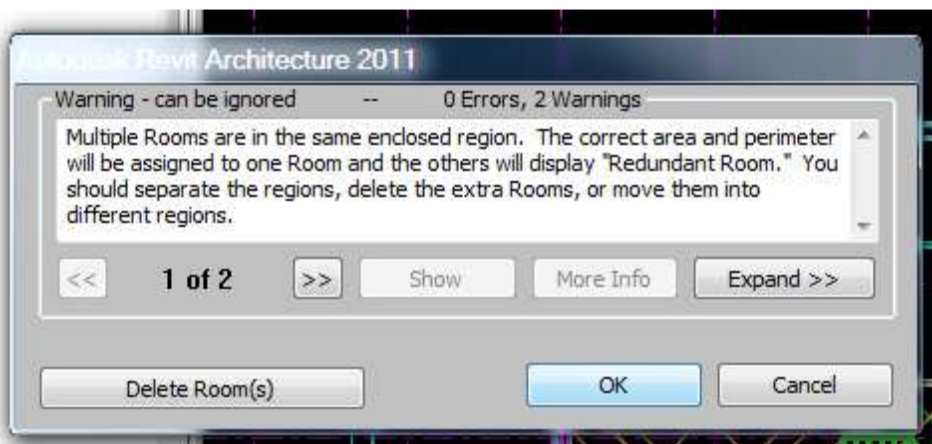
linta hankaloituu. Linkitys palvelee varmaankin parhaiten yhdistettäessä vain valmiita erillisiä projekteja toisiinsa.



Kuva 27. Link *Revit*

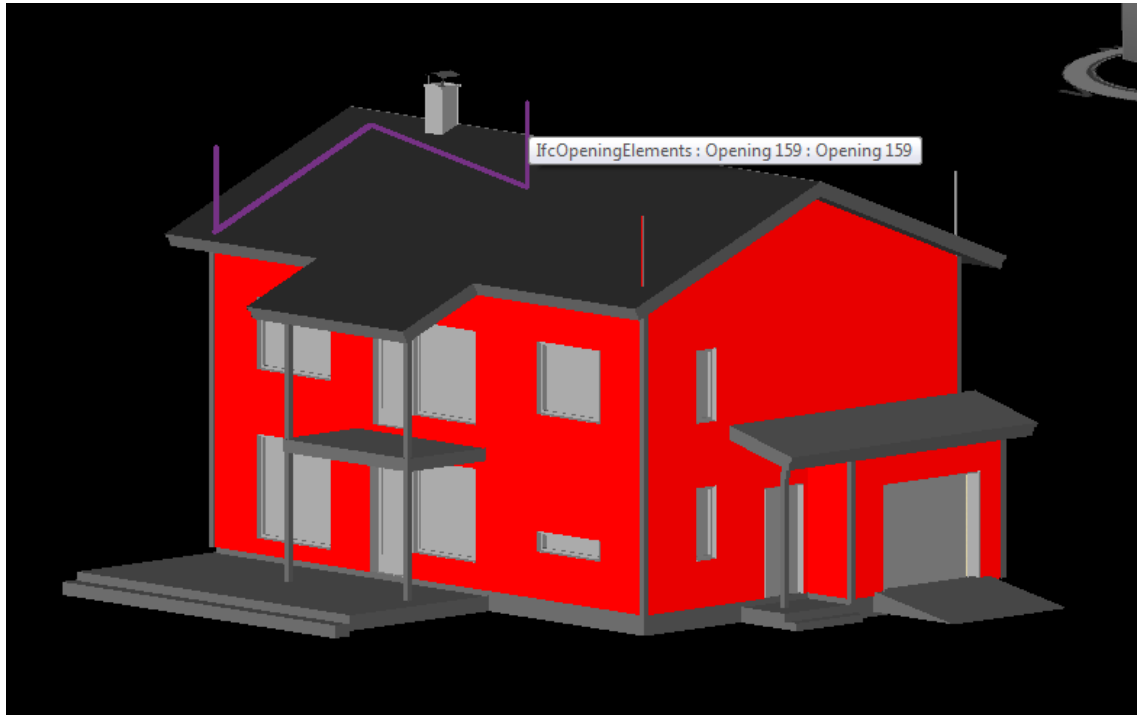
Parhaan mahdollisen projektinhallinnan vuoksi oli turvaututtava leikkaa-liimaa -menetelmään. Avatuista IFC-tietomalleista on kopioitu kerroskohtaisesti 3D-näkymät Modify-välilehdeltä löytyvällä Copy to Clipboard -komennolla ja liitetty ne täysin uuteen avattuun projektin aloituspohjaan oikeisiin kerrostasoihin Paste from Clipboard -komennolla. Vastaavat näppäinkomentoyhdistelmät ovat Ctrl+C ja Ctrl+V. Kopiointi suoritettiin 3D-näkymästä, millä varmistettiin kaikkien kerrokseen kuuluvien objektien mukaan tulo niiden esitystavasta riippumatta.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen pohja siirrettiin uuteen projektipohjaan, ilmoitti *Revit*-ohjelma huonetilatietojen osittain yhdistyvän ja muuttuvan (kuva 28). Tämä osoitautui käytännössä olevan sama ongelma kuten kohdassa 4.2.1. Tieto kuitattiin painamalla OK-painiketta, jolla varmistettiin huonetilojen ja niiden muokattavuuden säilyminen *Revit*issä (liite 6).



Kuva 28. Informaatio-/ valintaikkuna muuttuneista tilajaoista

Tallennettuun projektiin on määritelty mm. tutkimuskohteen mukaiset kerroskorkeudet, kerrosmäärät sekä projektitiedot./11./ IFC-tietokannasta muodostetun projektin 3D -näkyvä ei aivan vastaa ACAlla tehtyä kuvan 16 näkymää (kuva 29).



Kuva 29. IFC-tietokannasta *Revit*llä muodostettu tietomalli

Jostain syystä aiemmin ACAssa vesikaton myötäisesti leikatut päätykolmiot ovat saaneet ”kulma-antennit”. Päätykolmioiden korjaus ei toiminut *Revit*n normaalilla seinän katto-objektiin liittämiskomennolla (Attach Top/ Base) johtuen ilmeisimmin ACAn pohjaisesta katto-objektista. Vaihtoehtona oli tehdä uusi katto *Revit*n omalla kattotyökalulla tai editoida päätykolmiot löytämälläni Edit Profile -työkalulla.

Vaihtoehtoja testattiin tekemällä ensin uuden katon vanhan tilalle *Revit*n työkalulla ja liittämällä siihen liittämiskomennolla päätykolmiot. Tämä toimi kuten pitikin. Kokeeksi haluttiin kuitenkin käyttää mahdollisimman pitkälle jo kerran tehtyä ja päätykolmiot muokattiin Edit Profile -työkalulla (liite 7).

Tarkastellessa tietomallia kerroksittain todettiin IFC-muodossa siirretyn tietomallin vastaavan rakenteiltaan täysin alkuperäistä ACAlla tehtyä mallia. Rakenteiden edelleen muokkaus onnistuu *Revit*n omilla rakennusobjektikohtaisilla Edit-toiminnoilla helposti ja siirrettyä tietomallia voisi *Revit*-ohjelmalla lähteä halutessaan jatkamaan.

4.2.3 Luettelotieto *Revit*n tietomallista

Revit-ohjelma pitää sisällään automaattisesti päivittyvän luettelokokonaisuuden. Katava perusluettelo latautuu automaattisesti, kun uusi projekti aloitetaan. Luettelokokonaisuus löytyy loogisesti työpöydälle latautuvasta projektiselaimesta (Project Browser) heti tietomallin näkymänhallinnan ja ikkuna- ja ovikaavioiden alapuolelta. *Revit*n vahvoihin luettelo-ominaisuuksiin kuuluu myös luetteloon tehtyjen muutosten päivittyminen koko muuhun projektiin.

Luetteloita voi muokata ja on mahdollisuus tehdä uusia, jotka ovat omiin tarpeisiin sopivia. Uudet luettelot voi muokata jo valmiiksi aloitus pohjaan tai niitä voi siirtää leikka-liimaa -menetelmällä projektista toiseen.

Ensimmäisellä luetteloiden katsantokierroksella löytyi tietoa huoneselostuksesta, ikkuna- ja oviluettelosta sekä tilaluettelosta. Rakenteita sisältävät luettelot olivat tyhjiä. Luettelot "aktivoitu" lisäämällä kunkin rakennusobjektin ominaisuuksiin ID-riville tunnistetiedon (esim. kantava ulkoseinä USK1). Samalla voi ominaisuuksiin lisätä rakenteelle Talo 2000 -tunnuksen (Keynote), käyttökohteen (Function), lyhyen kuvauksen (Description), U-arvon jne. (liite 3).

Luettelotietojen kattavuutta lisää rakenteille suunnatut erilliset materiaaliluettelot, jolloin jokaiselle rakennusobjektille (esim. ulkoseinä) on saatavissa tarkka materiaamenekki.

Luettelotietojen siirto *Revit*-ohjelmasta haluttuun Microsoftin Excel -muotoon on hie-man mutkikkaampi tapahtuma *ACA*n verrattuna. *Revit*-ohjelmassa luettelotieto tallennetaan Export-toiminnon kautta Text (Delimited Text) (*.txt) muotoon. Avattaessa kyseinen tekstitiedosto Excel-ohjelmalla muunnetaan tiedosto vielä eräänlaisen muuntotoiminnon avulla *xls-muotoon (liite 4).

4.3 Ohjelmien toiminnallisuus ja käytettävyys

Täydellisessä tietomallinnuksessa on pyrkimyksenä käyttää vain ja ainoastaan tietoa sisältäviä rakennusobjekteja. Ohjelmien kehittäjille tämä on suuri haaste, sillä työkalujen käytettävyys ja toiminnallisuus tulee tehdä käyttäjän ehdoilla ja objektien käyttö tulisi olla yhtä vaivatonta kuten opittu viivapiirto.

Toiminnallisuudella käsitetään ohjelman ominaisuuksia ja sitä miten ne on toteutettu. Toiminnallisuuden tarkoituksena on helpottaa ja nopeuttaa ohjelmalla tehtävää toteutusta eri työvaiheissa, sekä antaa samalla selvä kokonaiskuva ohjelman antamista mahdollisuuksista.

Ohjelmistojen toiminnallisuusvertailuun voi vaikuttaa käyttäjän kokemus. Jonkin ohjelman toiminnallisuus on pitkälle viety, mutta sen hallinta ja kokonaisuuden näkeminen vaatii harjoittelua. Harjoittelun tuloksena toiminnallisuusvertailuun osallistunut kokee tällöin mutkikkaankin ohjelman toiminnallisuuden hyvänä.

Ohjelman käytettävyydellä tarkoitetaan miten hyvin ohjelma on suunniteltu tehtäväänsä varten käyttäjän näkökulmasta katsottuna. Ohjelman käytettävyys riippuu siitä kuinka nopeasti käyttäjä pystyy omaksumaan ohjelman ja kuinka helposti käyttämään sitä.

Käytettävyyden arviointiin löytyy myös erilaisia ohjeita ja sääntöjä. Yksi käytettävyyden asioiden edistäjä on Dr. Jacob Nielsen, jonka ajatusten pohjalta on syntynyt ns. Nielsenin lista./13./

Seuraavassa on koottu Virtuaali ammattikorkeakoulun artikkelista Nielsenin säännöt - lista, jossa on esitetty käytettävyyden hyvät tuntomerkit./13./

- *”Yksinkertainen ja luonnollinen dialogi*
- *Yhteinen kieli*
- *Käyttäjän muistikuorman minimointi*
- *Yhdenmukaisuus toimintojen osalta*
- *Riittävä palaute ohjelmalta käyttäjälle eri toimintojen yhteydessä*
- *Selkeä poistumistapa eri tiloista ja tilanteista*
- *Oikopolut (esim. näppäinkomennot)*
- *Selkeät virheilmoitukset*
- *Virheiden estäminen*
- *Riittävä ja selkeä apu ja dokumentaatio”./13./*

Tähän listaan pohjautuvan heuristisen arvioinnin perusteella voidaan päätellä ohjelman käytettävyys, jonka tulokset voivat toimia ohjelmiston kehittäjän sekä käyttäjän muistilistana verrattaessa samaan tarkoitukseen kehitettyjä ohjelmia keskenään./13./

Seuraavassa on koottu tärkeimpien rakennusobjektien käytettävyyteen liittyviä asioita molempien ohjelmien osalta.

4.3.1 Aloituspohjat

Molempiin ohjelmiin, sekä *ACA*an että *Revit*in asentuu useanlaisia eri aloituspohjia. Käyttöä ajatellen tärkeimmät ja suositeltavimmat ovat ohjelmien lokalisointien yhteydessä asentuvat aloituspohjat niiden mukana tulevien oletusarvoisten rakennusosatyötyylien vuoksi. *ACA*ssa ko aloituspohja on nimeltään *Aec Model (FIN ctb).dwt* piirustuspohja (Template) ja *Revit*issä vastaava Template-tiedosto on *Revit FIN 2011 aloitusohja.rte*.

Molemmissa ohjelmissa lokalisoidut aloituspohjat lataavat kansalliset rakennustapoja noudattavat perusobjektit käyttöön ja näitä aloituspohjia voi räätälöidä valmiiksi omien tarpeiden mukaan perusasetuksia myöten, jolloin aloituspohjaan talletetaan käytetyimmät rakennetyypit, objektkirjastot, mitta- ja tekstityylit, sekä tarpeen mukaan erilaisia piirustusmerkintöjä.

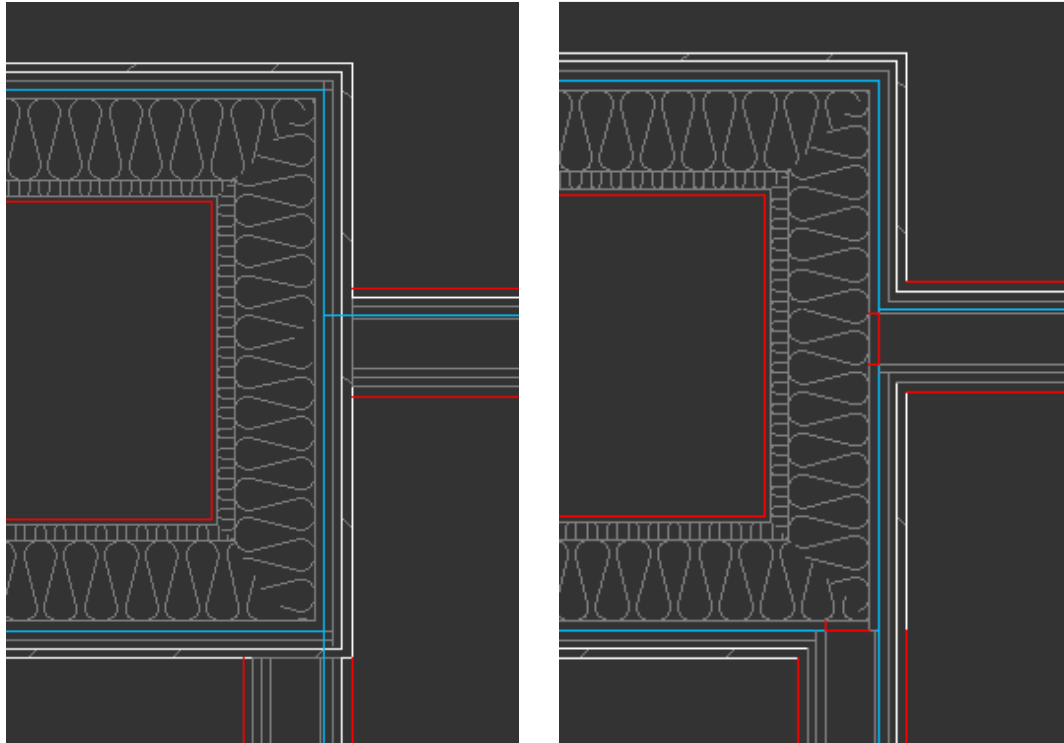
*ACA*n ehdottomasti hyvänä puolena on automaattisesti työpöydälle latautuva työkalupaletti (Tool Palettes), josta löytyvät kaikki lokalisoidut rakennusobjektit ja tähän voi lisätä välilehtiä lisää itse luoduille työkaluille. Mikäli työkalupalettia ei halua jostain syystä käyttää, löytyvät asentuneet rakennusobjektit avaamalla C:n juurelta polun Program Data > Autodesk > *ACA* > Styles > FIN. *Revit*issä seinä -, alapohja - ja välipohjatyyppeiden lataus tapahtuu avaamalla Fin_objektit_RAC -kansion, josta löytyy Rakennetyypit (.rvt) -tiedosto. Halutut rakennetyypit lisätään aloituspohjaan leikkaaliimaa -menetelmällä. Muut rakennusobjektit löytyvät saman kansion alta Load Family -komennolla. Molempien ohjelmien käytettävyys eri rakennuskomponenttien osalta tuntui muutoin varsin tasavahvoilta joitakin vähäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta.

4.3.2 Ulkoseinät

Valmiita ulkoseinärakenteita löytyy molemmista ohjelmista runsaasti. Joitakin seinätyyppejä kannattaa tallentaa valmiiksi aloituspohjaan, jolloin ne latautuvat käytettäväksi aloitettaessa uuden projektin. Uusien seinätyyppien tekeminen on molemmissa ohjelmissa helppoa (liite 1). Seinien piirtolinjoihin löytyy valmiita vaihtoehtoja ja tämän lisäksi *ACA*ssa seinän piirtolinjan (Base Line) voi seinää luodessaan määrittää va-

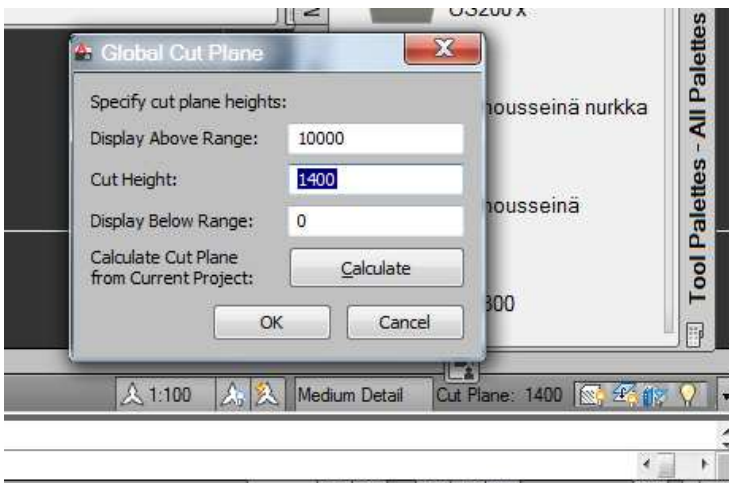
kiomääritelmien lisäksi itse. Tällöin esim. laattoja voi luoda suoraan kyseessä olevan piirtolinjan mukaan oikealle paikalle. Seinien rakennekerrosten määrille ei ole rajoitteita.

ACAssa seinärakenteita määriteltäessä voi prioriteetti-arvoja halutessaan säätää. Näillä arvoilla on säädeltävissä annettujen eri materiaalien leikkaavuutta toisiinsa nähden, pienempilukuinen leikkaa isompilukuisen. Näin seinäliittymät saadaan totuuden mukaisemmiksi (kuvat 30 ja 31).



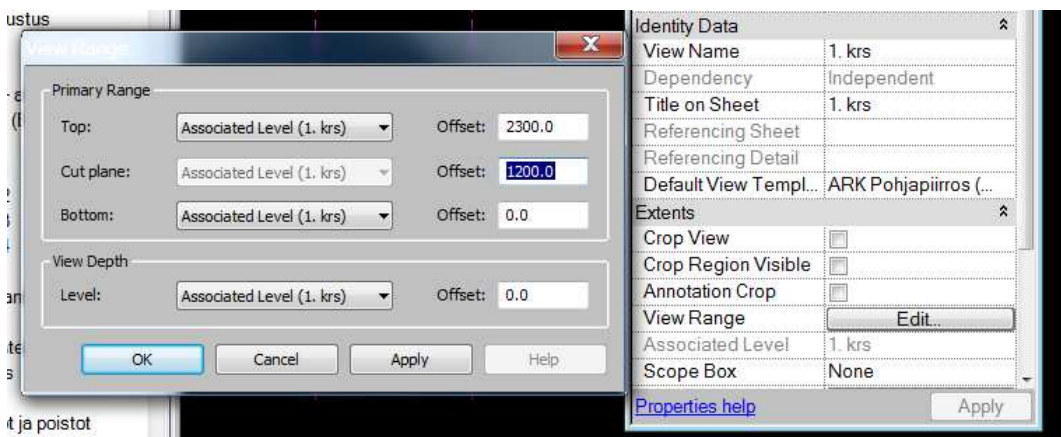
Kuvat 30 ja 31. ACAn seinät prioriteetti-arvojen säätöä ennen ja jälkeen

Leikkauslinja on ACAssa määritelty valmiiksi 1 400 mm:n korkeudelle. Tämä aiheuttaa esim. yläikkunoiden osalta ikkunapenkin ollessa leikkauslinjaa ylempänä sen, ettei pohjakuvassa näitä yläikkunoita näy. Helpoin vaihtoehto korjata tämä on nostaa tätä yleistä leikkauslinjan korkeutta painamalla hiiren painikkeella oikeasta alakulmasta löytyvää Cut Plane: 1 400 mm:n kohtaa ja syöttää Global Cut Plane -ikkunan Cut Height -kohtaan uusi arvo (kuva 32). Tämä toimenpide vaikuttaa avoinna olevan projektin koko leikkauslinjaan. Mikäli haluaa säilyttää tämän alkuperäisen yleisen leikkauskorkeuden, on seinän omaa leikkauslinjaa säädettävä seinän ominaisuuksista (liite 1).



Kuva 32. Uuden leikkauskorkeuden määrittäminen ACAssa

Vastaava leikkauslinjakorkeuden aiheuttama ongelma on myös *Revitissä*. *Revitissä* asetettu leikkaustaso on 1 200 mm. Leikkaustasoa voi ACAn tapaan muuttaa yleisesti Properties-ikkunassa View Range kohdasta (kuva 33), jolloin leikkaustaso muuttuu vain aktiivisena olevassa kerroksessa. Toinen hyvä tapa on korjata näkymä Plan Region -työkalulla (liite1).



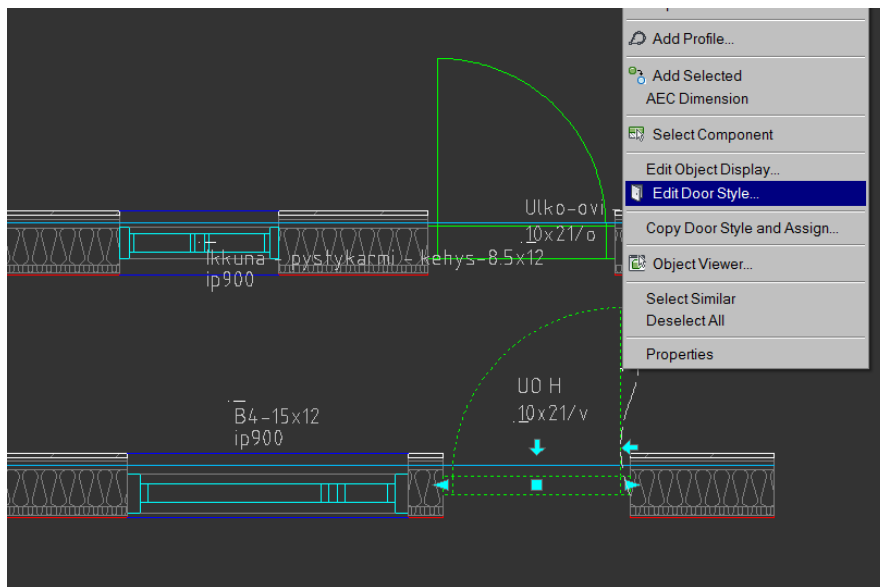
Kuva 33. Uuden leikkauskorkeuden määrittäminen Revitissä

Seinien yläosaa on mahdollisuus muotoilla ACAssa Polylinen avulla (Project to polyline) ja *Revitissä* Edit Profile -viivanpiirtojen avulla (liite 7). Molemmissa ohjelmissa on seinien nostotoiminto katto-objektiin, josta on lähemmin kerrottu kohdassa 4.3.5 Katto.

Revitissä on Talon 2000 -nimikkeistön mukainen koodi annettu ulkoseinille oletusarvona (1232) väärin, sillä se on tarkoitettu sisäpuolisille kantaville seinille. Koodin tulisi olla 1241 (ulkoseinät)./6./

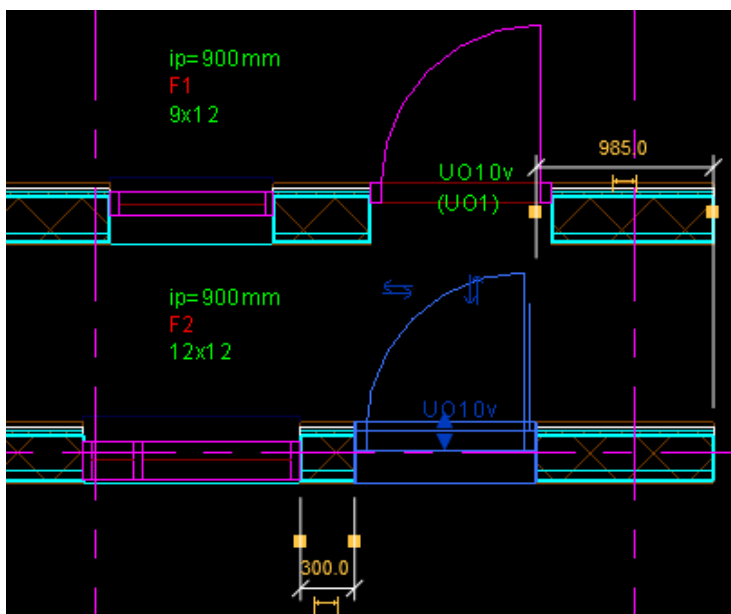
4.3.3 Ikkunat ja ulko-ovet

Ohjelmat tarjoavat laajan kirjon erilaisia valmiita ikkuna- ja ovityyppejä. ACAssa on ikkunat ja ovet muokattu ja tyytety mahdollisimman pitkälle käytännön mukaan. Tunnukset on tehty uuden tyytityksen myötä lyhyiksi ja loogisiksi. Pienenä turhana lisätyönä joutuu ACAssa lisäämään nämä tunnukset eri komennolla, sekä siirtämään ne seinän ”ulkopuolelle” (kuva 34). Ikkunoiden ja ovien koot sekä sijoittuminen seinään korkeus- ja syvyysuunnassa ovat hallittavissa Properties-ikkunassa. Ovien kätisyys ja kääntymissuunta on vaihdeltavissa oven nuolikahvojen avulla. Tuuletusosalla varustettujen ikkunoiden kätisyys hoituu peilikuvatoiminnolla (Mirror, MI). Molempien objektien varsinainen editointi aloitetaan ylävalikon Edit-komennolla. Sama komento löytyy myös hiiren oikean näpäyksen avulla syttyvästä ikkunasta. Uuden muokatun objektin teko aloitetaan vastaavista paikoista löytyvällä Copy-komennolla ja annetaan uudelle objektille haluttu nimi (tyyppi).



Kuva 34. Ikkunoiden ja ovien mallintaminen ACAssa

Revit-ohjelmassa ikkuna- ja ovitoiminnot ovat pidemmälle vietyjä. Tunnukset tulevat objektien myötä esiin ja niiden sijoittuminen tapahtuu automaattisesti oikein. Objektien ja tunnusten editointi tapahtuu Properties-ikkunan kautta samoin objektien sijoittaminen korkeus- ja syvyysuunnassa seinään nähden. Ikkunoiden ja ovien kätisyys ja kääntymissuunta on vaihdeltavissa oven nuolikahvojen avulla (kuva 35). Mittanauhat helpottavat ja nopeuttavat objektien sijoittelua.



Kuva 35. Ikkunoiden ja ovien mallintaminen *Revit*issa

Objektien koon muuttaminen on kuitenkin *Revit*issä isomman työn takana *ACA*an verrattuna. Mikäli *Revit*illä työstettävässä pohjakuvassa on muutama samaa tyyppiä oleva ikkuna esimerkiksi F3 kokoa 12 x 12 ja näistä yksi halutaan muuttaa kokoon 15 x 12, on tästä tehtävä erikseen uusi oma tyyppi. Muutoin kaikki F3-tyypin ikkunoiden koko muuttuu. Sama pätee ovien suhteen. *ACA*ssa kerran ladattu sama ikkunatyyppi voi olla useamman kokoisena samassa pohjassa. *ACA*ssa välttyy tällöin ylimääräisiltä objektien lataamiselta ja uusien tekemiseltä ja huomattavaa on, että ladattavien eri objektityyppien määrällinen tarve on käytännössä murto-osa *Revit*in ikkuna- ja ovi-tyyppien määrästä.

4.3.4 Pilarit ja palkit

Molemmissa ohjelmissa pilareiden ja palkkien käyttö on helppoa. *Revit*issä pilareiden ja palkkien lataus tapahtuu muiden objektien tapaan Family-objekteina ja niitä on helppo muokata ja tehdä lisää. Näiden oletusarvoinen Talo 2000 -nimikkeistön mukainen numerointi on molemmissa ohjelmissa asetettu sisäpuolisten kantavien pilareiden ja palkkien mukaan (1233 pilarit ja 1234 palkit), joten virallisesti ulkopuolen vastaavat kantavat osat tulee kopioida ja nimetä uudestaan ja määrittää niille oikeat nimikkeistön mukaiset koodit (12515, 12516 tai 12522 käyttökohteen mukaan).

*ACA*ssa valmiiden pilareiden ja palkkien vaihtoehdot ovat suppeat, mutta niitä on melko helppo tehdä lisää. Pilarit ja palkit voi myös mallintaa helposti massatyökalulla. Näistä löytyy ohjeistus liitteessä 12.

Tarkastellessa IFC-muodossa *Revit*iin siirrettyä tietomallia olivat *ACA*ssa tehdyt massapilarit ja palkit olemukseltaan alkuperäisen oloiset, mutta tietoa niistä ei sellaiseenaan *Revit*iin tehtyyn pilariluetteloon löytynyt. Asiaa kokeiltiin korjata muuttamalla *Revit*in massapilareiden olomuotoa rakennepilareiksi (liite 12). Tällöin luetteloon tuli näkyviin vain tilavuustietoa. Sama lopputulos oli myös *ACA*ssa pilarityökalulla mallinnettujen ja *Revit*iin siirrettyjen pilarien suhteen. Järkevin vaihtoehto lienee työn määrän ja lopputuloksen kannalta katsottuna näiden objektien osalta mallintaa ne uudelleen *Revit*in puolella sen omilla työkaluilla.

4.3.5 Laatat

*ACA*ssa oli vuoteen 2009 saakka valmiina ainoastaan yhden materiaalikerroksen laattatyökaluja. Vuoden 2010-version myötä tuli mukaan paljon odotetut monikerroselliset laattatyökalut, joiden editointi ja uuden laattatyypin luominen tapahtuu samaan tapaan kuin seinissä. Ohjelman kehitystyö laattojen osalta on kuitenkin jäänyt kesken, sillä niihin kohdistuvaa valmista luettelotyökalua ei *ACA*ssa ole, eikä tällöin laatan ominaisuusikkunassa (Properties) muiden rakennusobjektien tapaan löydy minkäänlaisia pinta-ala ja tilavuustietoja.

Laatan muodostaminen tietomalliin on helppoa ja sen voi *ACA*ssa tehdä useammalla eri tavalla. Laatan voi muodostaa aktivoimalla laattatyökalu ja piirtää se viivapiirron tapaan haluttuun kohtaan. Laatta muodostuu Close-komennolla. Helpoin tapa on aktivoida rajaavat ulkoseinät joiden myötäisesti laatta muodostuu. Vastaavalla tavalla laatan voi muodostaa rajaavien viivojen ja myös tilan (Space) mukaan. Tarvittaessa laattaa on helppo muokata eri näkymissä laatan kahvojen avulla (liite 8).

*Revit*issä laatan muodostaminen, uuden teko ja editointi ei ole sen hankalampaa kuin edellä. Laatan voi muodostaa suljettujen viivojen sisään Boundary Line (LI) -komennolla tai aktivoimalla seinät, joiden mukaan laatta muodostuu. Laatan kokoa voi muokata 3D-näkyvässä Edit Boundary -komennolla (liite 8).

4.3.6 Katto

Molemmissa ohjelmissä katon mallinnustyö on tehty helpoksi. Katon muodostaminen ohjelmakohtaisesti noudattaa samaa ideologiaa kuten laatan muodostaminen. Seini-

en yhdistämistoiminnot kattoon tapahtuvat ohjelmissa hyvin samankaltaisilla työkaluilla. Kattolappeisiin voi tehdä tarvittaessa reikiä ja lappeisiin voi liittää kattolyhtyjä.

ACAssa katon voi tehdä lape-työkalulla lape kerrallaan (pulpettikatto ja eritasolappeet) tai katto-työkalulla, joka muodostaa oletuskatoksi aumakaton. ACAn lape- ja laattatyökalut toimivat itse asiassa täysin samalla tavalla, työkalun nimi on vain eri. Seinien yhdistäminen kattoon tapahtuu Modify Roof Line > Auto project -komennolla ja se toimii sekä lape- että kattotyökalulla mallinnettuun kattoon. ACAssa ei laatta - objektien tapaan ole katto-objekteista saatavilla tietoa, ainakaan toistaiseksi.

*Revit*issä muodostetaan kattotyökalulla ensin tasakatto, jonka jälkeen määritellään lappeet kaltevuuksineen. Tämä toimintamuoto on osoittautunut yhtä käytännölliseksi kuin ACAn, tosin monimuotoisten kattojen muodostaminen ACAlla on pienemmän työn takana *Revit*iin verrattuna (liite 9).

4.3.7 Portaat ja kaiteet

Ohjelmakohtaisesti portaiden ja kaiteiden mallinnustyön helppoudessa ei ole näiden ohjelmien välillä juuri eroa. Molemmista löytyvät asiaan kuuluvat mallinnustyökalut näitä varten. Portaiden mallintaminen onnistuu ACAssa myös pohjakuvaan piirrettyjen Pline-viivojen avulla, *Revit*issä vastaava toiminto tapahtuu tukeutumalla rajausviivoihin. ACasta *Revit*iin IFC-muodossa siirretystä tietomallista katosivat kaiteet, joten niiden osalta saatava tieto jäi vajavaiseksi. Kokeeksi siirrettiin IFC-muodossa ohjelmasta toiseen pelkkiä kaiteita jonka perusteella todettiin, ettei pääsääntöisesti ilmestyneistä kaiteista löydy kuitenkaan tietoa.

Portaat siirtyivät ACasta *Revit*iin sellaisenaan, mutta ne ovat *Revit*issä blokkimuotoisena, jolloin niitä ei voi muokata eikä niistä saa tietoa. *Revit*issä tietomallin jatkotyöstöä ajatellen on järkevintä mallintaa portaat ja kaiteet uudestaan.

4.3.8 IFC

Käytännössä harva puhtaasta *AutoCad*-ohjelmasta *ACA*-ohjelmaa käyttämään siirtynyt suunnittelija on opetellut tai totutellut käyttämään projektitoimintoa. Projektin luominen onnistuu ACAssa kuitenkin melko vaivattomasti myös valmiista erillisistä kerroksista (liite 2). Tämän ACAssa tehdyn projektimuotoisen tietomallin voi tallentaa

IFC-tiedostomuotoon yhtenä kokonaisena projektina (liite 5). Projektiksi tallennettu IFC-tiedosto muuntautuu avattaessa *Revit*issä sille ominaiseksi projektiksi säilyttäen automaattisesti *ACA*ssa asetetut kerrosominaisuudet.

Tieto, mikä tietomallin objekteihin oli syötetty, siirtyi yllättävän hyvin IFC-muotoon muunnetussa tietomallissa. Silmiinpistävää oli kuitenkin Talo 2000 -nimikkeistön mukaisten koodien, sekä ID-tunnusten katoaminen objektitiedoista, mikä viimeistään luetteloita muodostettaessa tuli huomatuksi. Tietomallin siirtoa IFC-muodossa kokeiltiin myös *Revit*-ohjelmasta *ACA*an. Siirrettävä tietomalli on *Revit*illä tehty talousrakennus, jonka avulla sai oikean käsityksen siirron toimivuudesta. *ACA*n puolella joutui tallennuksen asetuksia hieman etsimään, mutta kolmannella kerralla asia onnistui (liite 10).

Taustalla oletamus *ACA*n vähentyvästä käytöstä tietomallinnukseen tulevaisuudessa sekä niukempi ja monimutkaisempi projektin hallinta ja tiedonsaanti johtivat siihen, ettei tässä opinnäytetyössä lähdetty *Revit*istä *ACA*an siirrettyä IFC-tietomallia tämän syvällisemmin esittämään ja tutkimaan. Kuten alla olevasta tekstistä voi päätellä, olisi *ACA*-ohjelmalla tälläkin saralla erittäin hyviä mahdollisuuksia, mikäli ohjelmatoimittaja (Autodesk) vain jatkaa ohjelman kehitystyötä.

IFC-muodossa siirrettyjen tiedostojen rakennusobjektit toimivat ikkunoita lukuun ottamatta samalla tavoin kuin *ACA*ssa itsessään luodut. Ikkunat tulivat kyllä esille, mutta niitä ei voi muokata, eikä niiden tyyliä voi muiden objektien tapaan vaihtaa suoraan mihinkään *ACA*n omaan ikkunatyyliin. Ikkunoista saatava tieto on myös hyvin niukka. Järkevin ratkaisu tähän ongelmaan on tehdä projektiin uudet ikkunat. Muutoin ikkunaongelmaa lukuun ottamatta projektia voisi jatkaa normaaliin *ACA*n tapaan.

Käytettävyysvertailussa käsiteltiin IFC-yhteiskäyttöstandardin osalta lähinnä IFC-tiedostomuotoon tallentamista ja avaamista.

4.3.9 Luettelotieto

Ero luettelotietojen toiminnallisuudessa ja käytettävyudessa näiden kahden ohjelman välillä on suuri. *Revit*-ohjelma osoittautui helpoksi ja varmatoimiseksi. IFC-tietomallin avauksen jälkeen objekteille tuli kuitenkin antaa vähintään ID-tunnus, ennen kuin esimerkiksi seinät tulivat luetteloon näkyviin. ID-tunnus toimi ikään kuin avaimena luettelon aktivoinnissa. Työn edetessä automaattisesti päivittyvät luettelotiedot ovat

koko ajan käytännössä käden ulottuvilla. Tiedon kulku ja päivittyminen ovat *Revit*issä objektien ja luettelon välillä kaksisuuntaiset, sillä myös luetteloon tehdyt muutokset päivittyvät kaikkialle muuhun projektiin. Luetteloita on myös helppo muokata ja tehdä lisää.

ACAn saatavilla olevat vakioluetteloiden sisällöt kannattaa editoida valmiiksi aloitus-pohjaan, sillä vakioasetuksissa niihin ilmestyy enemmän kysymysmerkkejä kuin oikeata tietoa. Luetteloiden käyttö on hankalaa. Ne täytyy tuoda esiin objektikohtaisilla luettelotyökaluilla ja tieto niihin noudetaan esim ”lakaisemalla” avoinna olevaa näkymää. Muutosten myötä päivystoiminto täytyy tehdä itse Update Schedule Table-komennolla. Jostain syystä tämäkään ei aina toiminut, vaan luettelo piti tuoda luettelotyökalulla uudestaan esille. Projektissa on suositeltavaa tuoda luettelot esiin halutussa Views-näkymässä (kohta 4.1.2).

ACA-ohjelmaan uusien luetteloiden muodostamisesta ei löytynyt mistään minkäänlaista opastusta. Opastusta haettiin eri tahoilta ja vastaus oli, ettei ACAan voi tehdä uusia luetteloita. Asia jäi vaivaamaan ja tähän liittyvää tutkimusta tehtiin yön tunteina melko paljon lisää. Tuloksena syntyi olemassa olevien luettelotyökalujen pohjalta uusia luettelotyökaluja (liite 11) ja mikä parasta, esimerkiksi laatoista onnistui nyt ACAsakin saada luettelotietoa (kuva 36).

Laatat - mlttatedot						
Talo2000	Tyyppi	Paksuus	m2	m3	Alapinnan korko	Piiri
12353	VP1	447	82.402	36.834	-447	42642.283
12511	VP2	247	7.245	1.79	-400	11100
			89.647	38.623		

Kuva 36. ACAsta saatu laattaluettelo.

ACAn luetteloiden muodostamiseen ja niiden toimivuuteen ovat tärkeässä asemassa yhteneväiset Talo 2000 -nimikkeistön mukaiset koodit rakennusobjektien ja sitä vastaavan luettelotyökalun osalle.

4.4 Ohjelmien käytettävyytulokset

Käytettävyydestä laadittiin Nielsenin listan /9/ mukainen taulukko, jossa verrattiin kohdassa 4.3 käsiteltyjen rakennusobjektien ja toimintojen käytettävyyttä. Tällaisella

heuristisella arvioinnilla on mahdollisuus löytää pahimmat käytettävyyden ongelmakohdat.

Käytettävyysohjelmien määrään ja tarkkuuteen vaikuttaa arvioinnin tehneiden lukumäärä ja heidän kokemus. Tämä heuristinen arviointi tehtiin vain yhden arvioijan turvin. Kokemusta arvioinnin tehneellä on *ACA*sta kuusi vuotta ja *Revit*istä puoli vuotta. Pisteytys oli yhdestä viiteen, jossa pienin annettu numero kuvaa huonoiten ja suurin annettu numero parhaiten listan mukaista käytettävyyden hyvää tuntomerkkiä. Tällöin kunkin ominaisuuden minimipistemäärä on 10 ja maksimipistemäärä 50. Vastaavasti kokovertailun pistemäärät ovat minimissään 90 ja maksimissaan 450 (taulukko 1).

Taulukko 1. *ACA*- ja *Revit*-ohjelman käytettävyysero

AutoCAD Architecture -ja Revit Architecture -ohjelman käytettävyysero	Aloitusohjat		Ulkoseinät		Ikkunat ja ulko-ovet		Pilarit ja palkit		Laatat		Katto		Portaat ja kaihteet		IFC		Luettelotieto			
	ACA	Rev	ACA	Rev	ACA	Rev	ACA	Rev	ACA	Rev	ACA	Rev	ACA	Rev	ACA	Rev	ACA	Rev		
	Pisteytys 1-5																			
Yksinkertainen ja luonnollinen dialogi	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	5	4	4	4	3	5	1	5		
Yhteinen kieli	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	1	4		
Käyttäjän muistikuorman minimointi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	1	4		
Yhdenmukaisuus toimintojen osalta	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	5		
Riittävä palaute ohjelmalta eri toimintojen yhteydessä	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4		
Selkeä poistumistapa eri tiloista ja tilanteista	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5		
Oikopolut (esim. näppäinkomennot)	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	3	3	3	3		
Selkeät virheilmoitukset	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Virheiden estäminen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	3		
Riittävä ja selkeä apu ja dokumentaatio	4	4	5	5	5	4	3	4	5	5	4	4	4	4	3	5	2	4		
Yht	45	44	45	43	44	42	42	42	45	43	45	42	44	42	36	46	24	40		
Keskinäinen %-ero	2,2		4,4		4,5		0		4,4		6,7		4,5		22		40			
ACA yht.	370																			
Revit yht.	384																			

Kokonaispistemääräksi tuli *Acan* osalle 370 ja *Revitin* osalle 384 pistettä. Piste-ero ei kokonaisuudessaan vaikuta suurelta, mutta olennaisimmat keskinäiset erot syntyvät juuri tietomallin yhteiskäytön (IFC) sekä tuotettavan luettelotiedon osalta. Prosentissa ohjelmien käytettävyyserot näiden osalta ovat 22 % ja 40 % (taulukko 1).

5 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli verrata kahden suosituksen arkkitehtisuunnitteluun kehitetyn tietomallinnusohjelman, *AutoCad Architecture (ACA)*- ja *Revit Architecture (Revit)* -ohjelman, käytettävyyttä sekä toimivuutta suunnitelmista saatavan tiedon sekä keskinäisen tiedonsiirron suhteen. Tutkimuksessa oli tarkoitus myös selvittää kumpaa ohjelmistoa tulisin yrityksessäni jatkossa pääsääntöisesti käyttämään.

Molemmat ohjelmat palvelevat erittäin hyvin rakennussuunnittelun työkaluina. Normaalien 2D-kuvien lisäksi niillä on käytännössä mahdollisuus tuottaa suunnittelun etenemisen myötä erilaisia havainnekuvia ja näkymiä, jotka puolestaan edesauttavat suunnittelijaa ja tilaajaa pääsemään helpommin ja varmemmin yhteisymmärrykseen. Tietomallinnusohjelmista niistä parhaimmillaan saatavan tiedon hyöty on kiistaton. Ohjelman käyttäjän on vain tiedettävä ohjelman antamat mahdollisuudet sekä mitä tietoa halutaan ja missä muodossa.

AutoCad Architecture- ja *Revit Architecture* -ohjelmien keskinäiset erot käyttäjän näkökulmasta ovat pienentyneet parin viime vuoden aikana samankaltaistettujen käyttöympäristöjen ansiosta. *ACA*-ohjelma tuntuu jo vuosien varrelta tutulta ja turvalliselta ja sen viime vuosien päivitykset lokalisoiteineen ovat olleet toimivia, näin ollen sen käytettävyys säilyy mukavuusalueella varmasti jatkossakin.

Opinnäytetyön myötä perehdyin käyttämään *Revit*-ohjelmaa ja tietyt ohjelmaan sisältyvät oivallukset tekivät vaikutuksen. Olennaisimmat erot ovat *Revit*-ohjelman projekti-kohtainen selkeämpi kokonaisuus ja kattavampi tiedonsaanti luettelotietojen osalta. *Revit*-ohjelman perustyökalut ja niiden käyttö ovat mielestäni helposti opittavissa, lisäksi ohjelman erilainen ”ajatusmaailma” *ACA*an verrattuna vie mennessään. Suurin häiriötekijä oli ohjelmia vuoronperään käytettäessä ohjelmien erilaiset komentojen kirjainlyhenteet (voi halutessa yhdenmukaistaa) ja hiiren oikeanpuoleisella näppäimellä syttyvän ikkunan komentosisällöt, jotka *ACA*ssa ovat varsin kattavat.

Työn yhtenä kiinnostavana vertailukohteena oli tiedonsaanti, sen helppous ja laajuus. Molemmista ohjelmista rakenneosittain saatava luettelotieto kykenee palvelemaan tarjous- ja määrälaskentaa. *Revit*in eduksi on luettava lisäksi rakenteista saatavat tarkemmat ja varmemmin päivittyvät materiaaliluettelot ja se, ettei *ACA*n katto- ja laattaobjekteista saanut aluksi mitään tietoa. Luettelotietojen siirto molemmista ohjelmista onnistuu hyvin yleisesti käytettyyn Excel-muotoon, jolloin tietojen linkitettävyys antaa

edelleen paljon lisää mahdollisuuksia. Varjopuolena tietysti on, ettei Excel-muotoon siirretty luettelotieto päivity tietomalleissa tehtävien muutosten myötä.

Toinen tutkimuksen kohde oli tietomallin siirto IFC-tiedostomuodossa toiseen ohjelmaan. Molemmissa ohjelmissa tallennus IFC-tiedostomuotoon tapahtuu Export-toiminnon kautta. Useampikerroksinen projekti oli tallennettavissa molemmista ohjelmista yhdellä kertaa ja IFC-tiedostomuotoinen projekti oli myös avattavissa oikeanlaisena projektina alkuperäisine kerrostasoineen. Avatut projektit olivat lähes täsmälleen alkuperäisen mukaisia, mutta ACAssa avatun projektin ikkunat eivät olleet enää älykkeitä objekteja. Koetun perusteella voi kuitenkin sanoa IFC-tiedonsiirtomuodon toimivan ainakin näiden kahden ohjelman välillä erittäin hyvin.

Toiminnoiltaan *Revit*-ohjelma on toteutettu käyttäjää ajatellen mahdollisimman helpoksi. Siirtyminen ACAsta *Revit*-ohjelman käyttöön on varmasti helpompaa, kuin mitä se olisi päinvastoin. Verrattuna ACAan tiedonsaanti *Revit*istä on laajempaa ja sen hallinta on selkeämpää. *Revit*in verrattuna ACAn tietomallista saatavaan tietoon liittyvät tämänhetkiset puutteet olisi todennäköisesti pienellä kehitystyöllä korjattu jo vuosia sitten. Tästä voi vain päätellä kehitystyön Autodeskillä siirtyneen enemmän *Revit*in puoleen ja tuotteena ACA tulee jäämään kokonaan pois.

Käytettävyyssvertailulla voidaan paljastaa ohjelman pahimmat ongelmat. Käytännössä käytettävyyssongelmien tarkkuus riippuu arviointia suorittavien henkilöiden lukumäärästä, sekä heidän aiemmasta vertailtavien ohjelmien käyttökokemuksesta. Tässä opinnäytetyössä tekemäni käytettävyyssvertailu olisi varmasti *Revit*in osalta löydettyjen ongelmien suhteen tarkempi, mikäli käyttökokemusta tästä ohjelmasta olisi ehtinyt kertyä enemmän. Toisaalta pitempiaikainen kokemukseni ACAsta auttoi omalta osaltaan kiinnittämään huomiota vertailun kannalta *Revit*issä oikeisiin asioihin ja uskon näin vertailun tuloksen oikeellisuuteen.

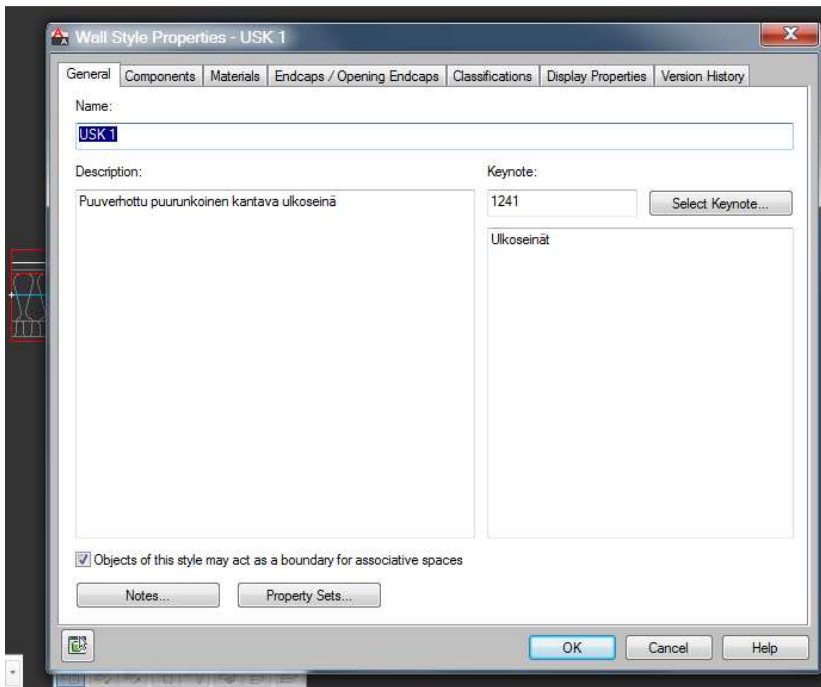
Opinnäytetyö täytti asettamani tavoitteet. Siirtyminen vaikka kokonaan *Revit*-ohjelman käyttöön on nyt paljon helpompaa, koska ACAlla tehtyjen tietomallien siirtomahdollisuus IFC-muodossa toimii hyvin. Siirtymistä tukee myös tekemäni käytettävyyssvertailun tulokset. Luettelotietojen laajuus ja niiden tuomat mahdollisuudet tulevat olemaan yrityksessäni käytännössä jatkuvan kehitystyön alla määrä- ja kustannuslaskentaa silmälläpitäen.

LÄHTEET

1. Senaattikiinteistöt, Senaatti-kiinteistöjen arkkitehtisuunnittelua koskevat mallinnusvaatimukset 2007, [verkkodokumentti, PDF], [viitattu 30.8.2011].
Saatavissa: <http://www.senaatti.fi/tiedostot/BIM-Esite.pdf>
2. Hietanen, Jiri. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu. Tampere: Tammer-Paino Oy. 2005.
3. Arksystems Oy [verkkodokumentti]. [viitattu 30.8.2011] Saatavissa: <http://www.arksystems.fi/tietomalli-bim.htm>
4. PROIT, Tuotemallinnus rakennesuunnittelussa, Perusteet ja ohjeita I s.32 [verkkodokumentti, PDF]. 29.09.2004 [viitattu 30.8.2011]. Saatavissa:
http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_rakennesuunniteluohje_syyskuu2004.pdf
5. ArkitData, www.arkit.fi>Luennot>Tietomallin tietosisältö [verkkodokumentti]. 11.9.2007 [viitattu 31.10.2011] Saatavissa: <http://arkit.tkk.fi/kurssit/A91181/index.htm>
6. Rakennustieto, www.rakennustieto.fi>Tietopalvelut>Talo 2000 Hankenimikkeistö pdf-muodossa [verkkodokumentti]. [viitattu 25.10.2011] Saatavissa: https://www.rakennustieto.fi/material/attachments/5k2lh5ORz/5k2INszj/Files/CurrentFile/Talo_2000_hankenimikkeisto_nettiin_260207.pdf
7. Solibri Model Checker, Solibri Model Checker-esite 4.2 [verkkodokumentti, PDF]. 13.11.2007, [viitattu 30.8.2011]. Saatavissa: <http://www.solibri.com/documents/suomenkielinen-materiaali/>
8. IFC, Wikipedia [verkkodokumentti]. 21.2.2011 [viitattu 31.8.2011] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/IFC>
9. Cadlink Oy, 2010, AutoCad Architecture 2010 perusteet, opetusmateriaali. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu. 2010.

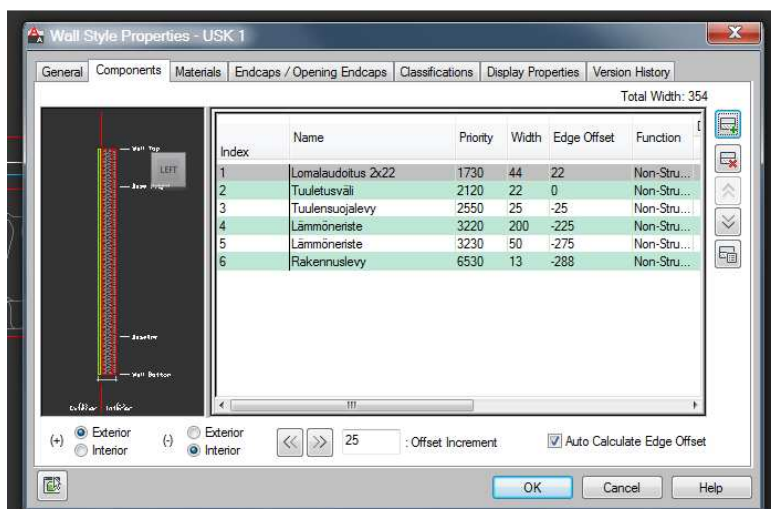
10. Autodesk, Wikipedia [verkkodokumentti]. 10.9.2011 [viitattu 14.9.2011]
Saatavissa:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk>
11. Futurecad Oy, Autodesk® Revit® Architecture -ohjelmisto [verkkodokumentti]. [viitattu 4.9.2011] Saatavissa:
http://www.futurecad.fi/suomeksi/tuotteet/autodesk_Revit_architecture/tuotetiedot
12. Rakennustieto, www.rakennustieto.fi>Tietopalvelut>Talo 2000 -nimikkeistöt [verkkodokumentti]. [viitattu 25.10.2011] Saatavissa:
http://www.rakennustieto.fi/index/tietopalvelut/nimikkeistot_21/talo2000.html
13. Nielsenin säännöt, Virtuaali Ammatikorkeakoulu, [verkkodokumentti]. 20.10.2006 [viitattu 6.10.2011] Saatavissa:
<http://www.amk.fi/opintojaksot/030308/1111676348138/1111677021119/1161290796532/1161290917294.html>

3. Seinäkopiosta syttyy tällöin Wall Style Properties –ikkuna, jolla hallitaankin hyvin pitkälle seinän ominaisuuksia. Annetaan seinälle haluttu nimi ja kuvauskenttään (Description) lyhyt kuvaus rakenteesta.

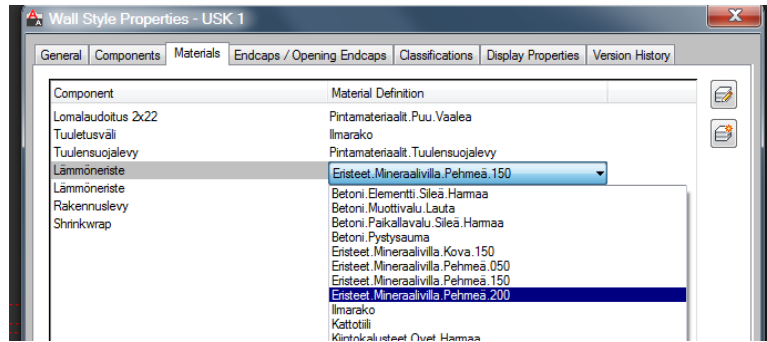


4. Components välilehdellä määritellään rakennekerrokset ja nimetään ne. Valmiista seinästä on säilynyt Priority–arvot, joilla voi vaikuttaa rakenteiden leikkaavuuteen toisiinsa nähden. Pienempi arvoinen leikkaa suuremman arvoisen. Käytännössä tämä näkyy seinien yhdistymiskyvyssä esim. nurkissa. Width-kohtaan määritellään rakenteiden paksuudet ja Edge Offset –kohtaan rakennepaksuudet seinän piirtolinjaan nähden.

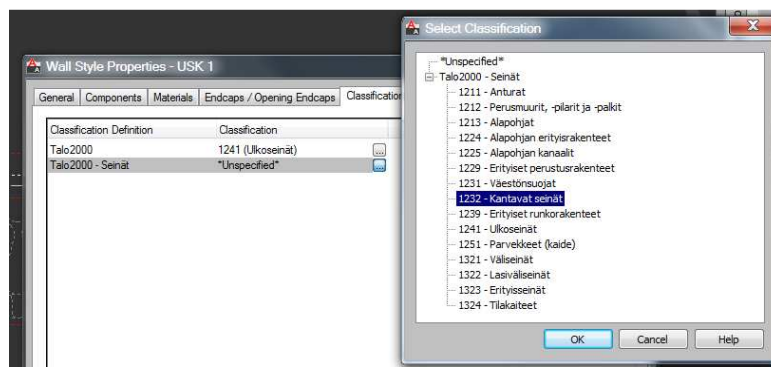
Tähän seinään muutetaan tuulensuojalevy 25 mm ja kantava runko 200 mm paksuiksi. Lisäksi piirtolinja (Base Line) muutetaan tuulensuojalevyn ulkopintaan.



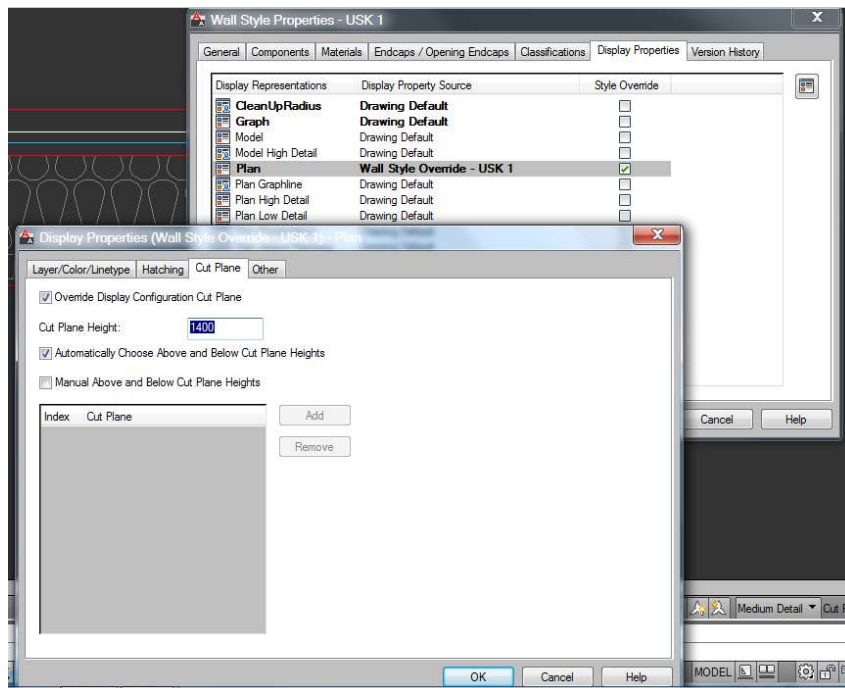
5. Materials-välilehdellä korjataan rakenteen eristepaksuus.



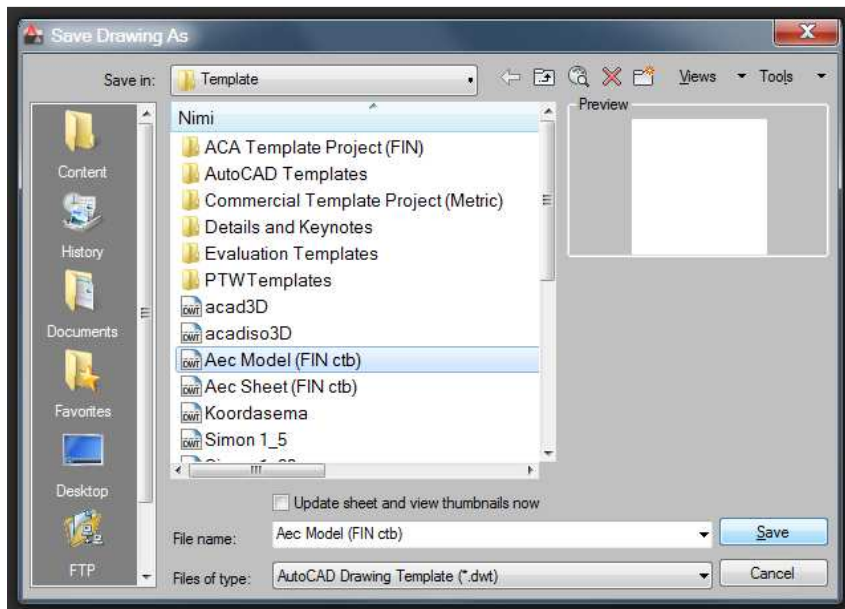
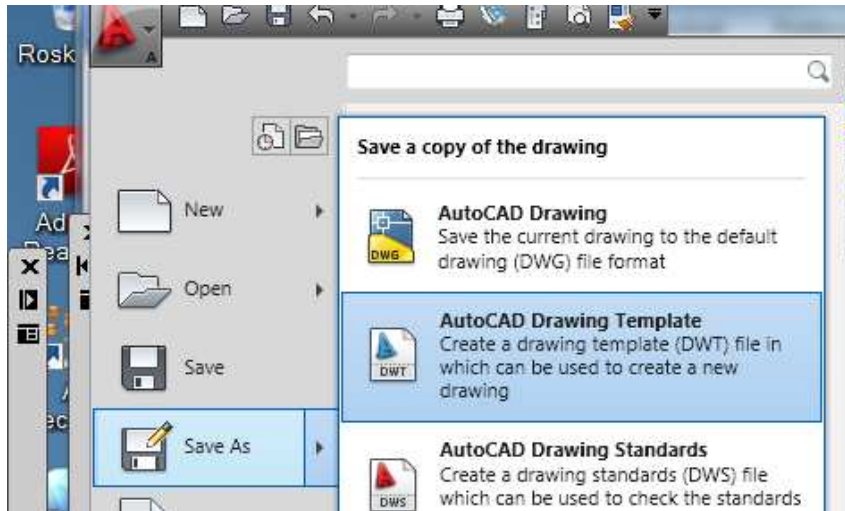
6. Classification -välilehdellä täydennetään Talo 200 tunnus.



7. Lopuksi Display Properties -välilehdeltä Plan -esitystapa -kohta ruksataan, Display Properties -ikkuna. Cut Plane -välilehdelle lisätään ruksi Override -kohtaan ja annetaan leikkauskorkeudelle uusi arvo esim. 1800 mm. Tällöin seiiniin mallinnettavat yläikkunat näkyvät automaattisesti oikein.

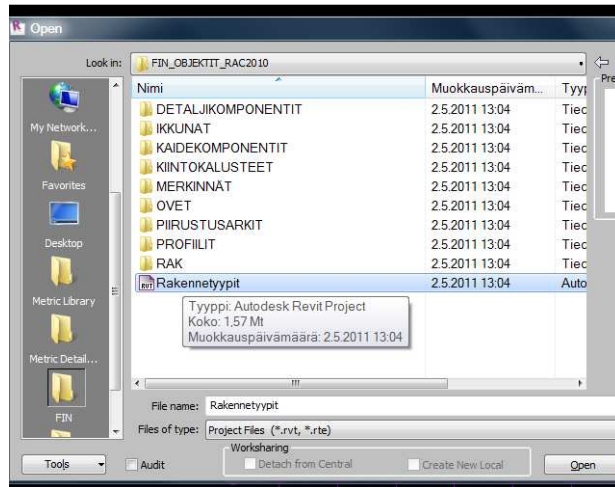


8. Lopuksi painetaan OK ja poistetaan pohjakuvasta näkyvä seinä Delete –komennolla.
9. Aloituspohjaan on ladattu uusi seinätyyppi, mutta se täytyy vielä tallentaa. Otetaan Save As Drawing Template –komento ja tallennetaan aloituspohja entisen päälle tai nimetään se uudeksi.

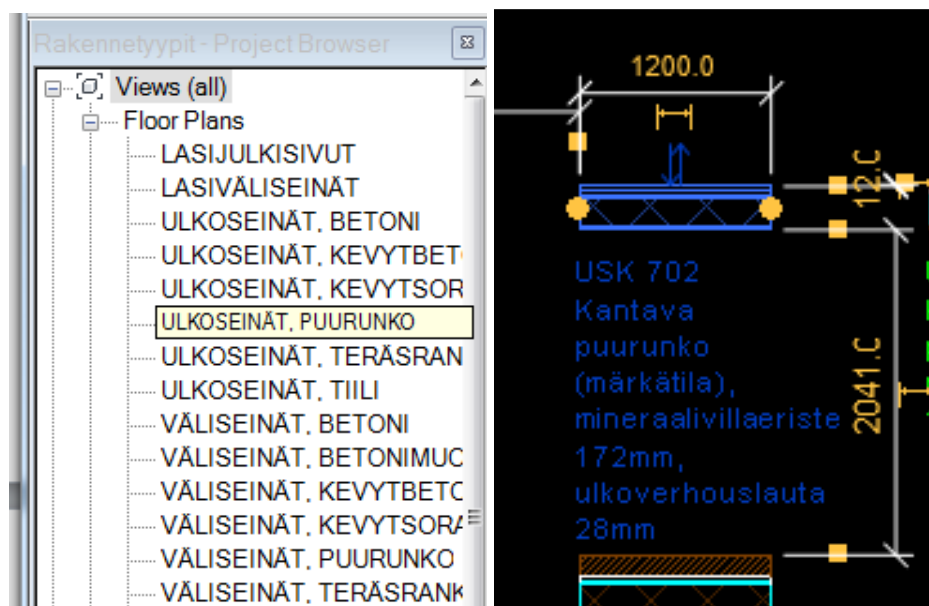


Uuden ulkoseinätyypin luonti Revitissä:

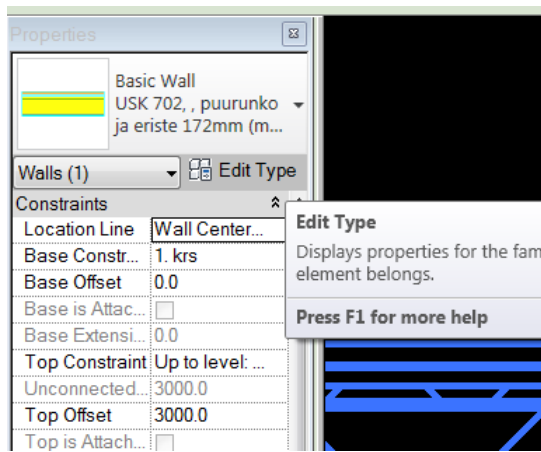
1. Revitissä pitää avata aluksi reittiä Open>Project>FIN –kautta Rakennetyypit – tiedosto.



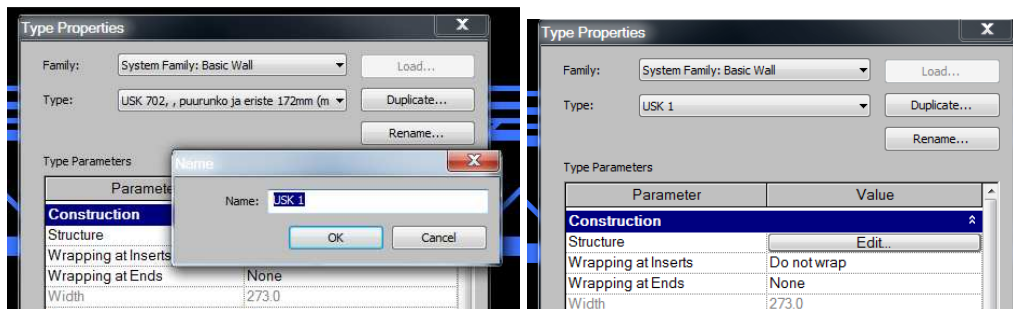
2. Avatusta Rakennetyyppi - projektista valitaan Project Browser –ikkunasta kaksoisnapautuksella esim. Ulkoseinät, puurunko. Valitaan täältä esim. USK 702 seinätyyppi leikkaa komennolla (Ctrl+C).



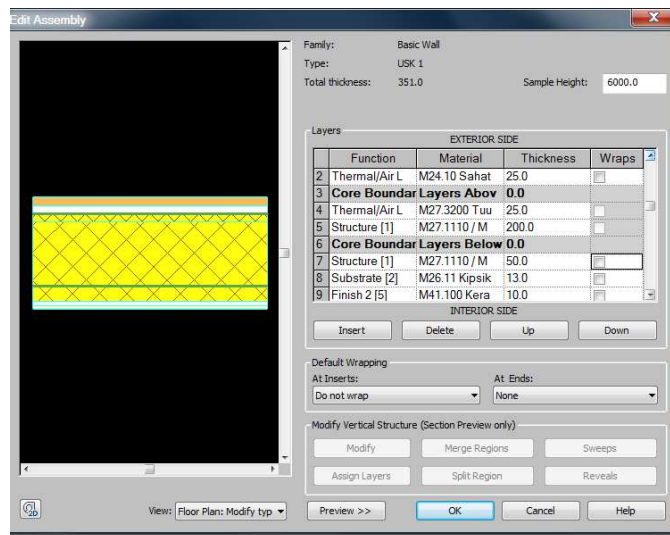
3. Avataan uusi projekti ja tuodaan valittu seinärakenne liimaa –komennolla (Ctrl+V) uuteen aloituspohjaan.
4. Aktivoidaan seinä ja painetaan seinän Edit Type –painiketta.



5. Type Properties –ikkunassa kopioidaan seinä painamalla Duplicate–painiketta ja annetaan seinälle uusi nimi. Tämän jälkeen painetaan kohdasta Structure Edit –painiketta.



6. Edit Assembly –ikkunassa Layers–osiossa määritellään käytettävät materiaalit ja paksuudet samaan tapaan kuin ACassa, lisäksi rakenteelle on määriteltävissä käyttötarkoitus (Function). *Revit*n seinille on valmiit piirtolinjat seinän ulko –, sisäpinnalle ja keskilinjalle. Lisäksi sen voi määrittellä lisärajoilla (Core Boundar) ja niiden keskilinjalla.
Muutokset tehdään napsauttamalla haluttu lokero kerrallaan, rivimuutokset ja poistot sekä lisäykset aloitetaan painamalla rivinumeroa. Lisätään rakenteeseen 50 mm:n eriste ja muutetaan nykyinen eristepaksuus 200 mm:iin. Poistetaan rakenteet 8-10. Muutetaan rivi neljän Core Boundar tuulensuojalevyn ulkopintaan. Painetaan lopuksi OK.



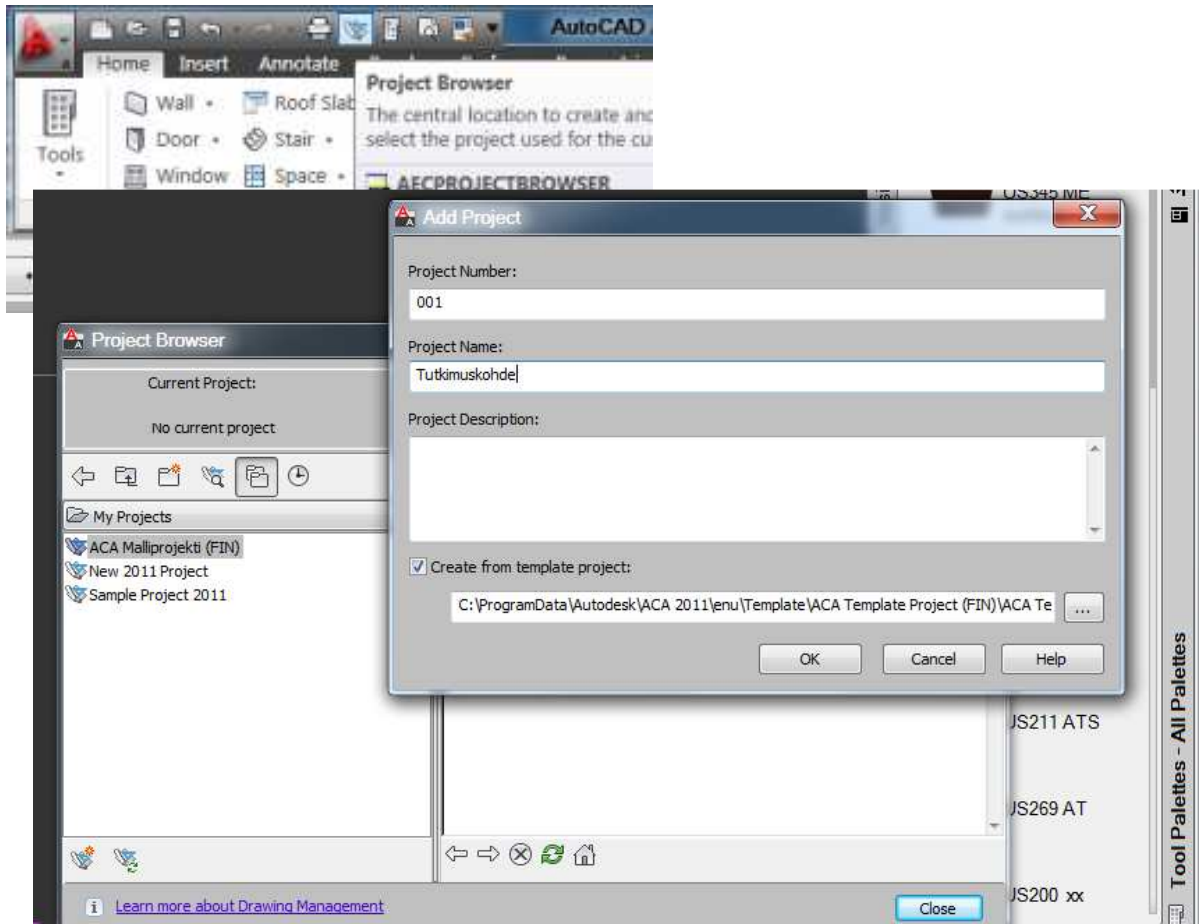
Value-sarakkeeseen voi korjata esim. rakennekuvauksen ja U-arvon oikeaksi. lopuksi painetaan OK.

Kuten ACassa tämän jälkeen deletoidaan seinä pois näkyvistä ja aloituspohja tallennetaan nimeämällä se uudeksi tai vanhan päälle Save As Template – komennon kautta. Aloituspohjat löytyvät kansioista Autodesk > RAC 20xx > Metric Templates.

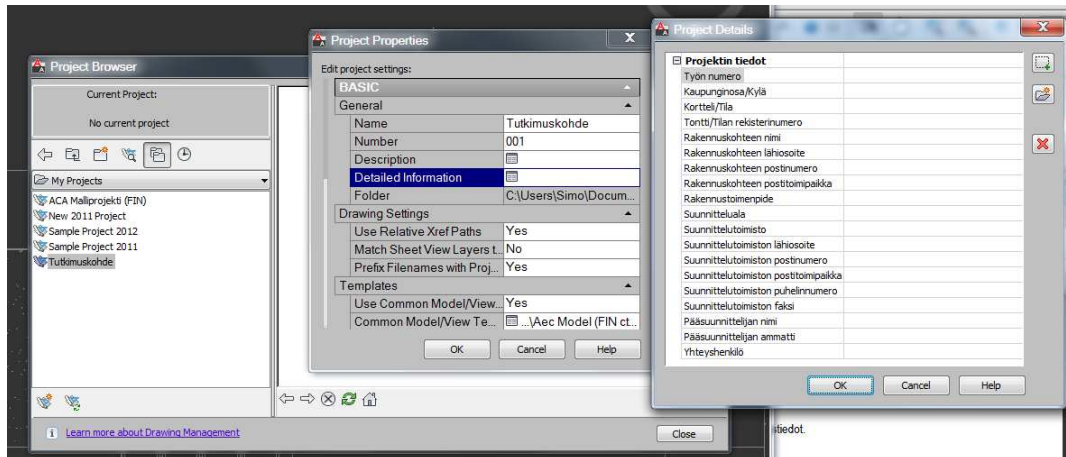
Liite 2: Projektin muodostaminen *AutoCad Architecture*lla

Tässä liitteessä muodostetaan tutkimuskohteen dwg- tiedostoista projekti.

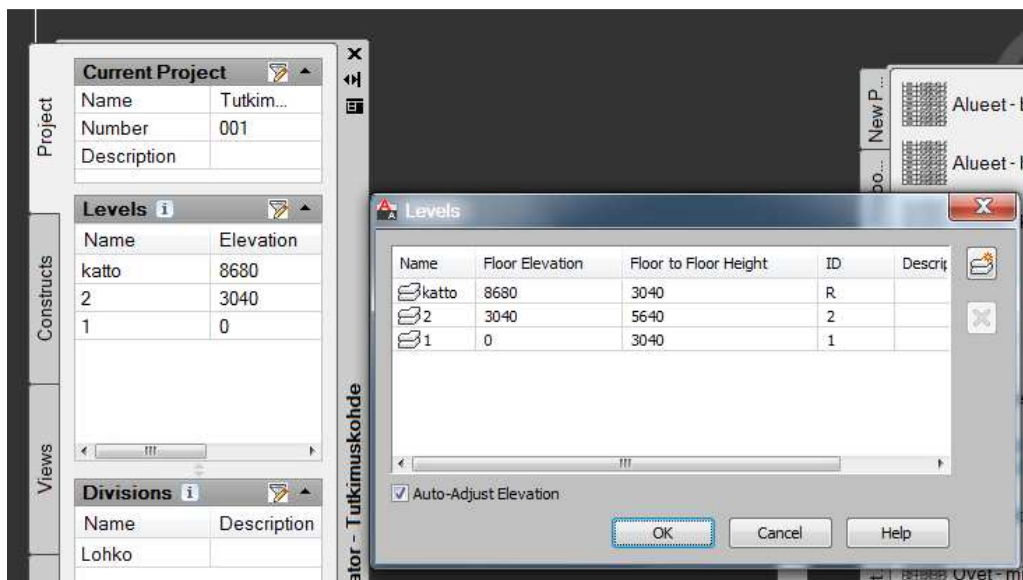
1. Project Browser löytyy ylhäältä pikavalikosta tai esim. kirjoittamalla komentoriiville projectbrowser yhteen. Project Browseriin luodaan uusi projekti numeroimalla ja nimeämällä se.



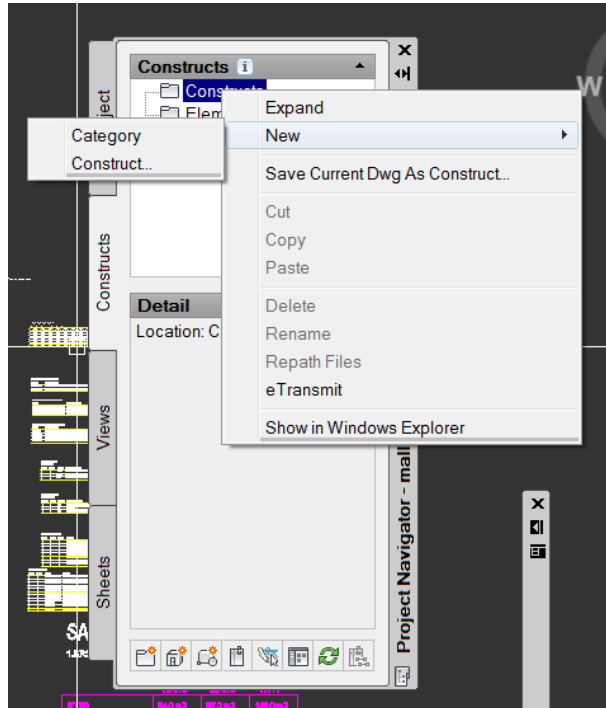
- Projektitietoja voi vielä muokata Project Properties -ikkunassa, joka löytyy napsauttamalla aktivoitua projektin nimeä hiiren oikealla näppäimellä. Samaisesta ikkunasta löytyy myös Detailed Information -kohta, johon voi täyttää tarkemmat tiedot projektista (Project Details). Tähän ikkunaan annetut tiedot päivittyvät automaattisesti kaikkien piirustusten nimiöihin. Painetaan OK ja suljetaan Projekt Browser -ikkuna.



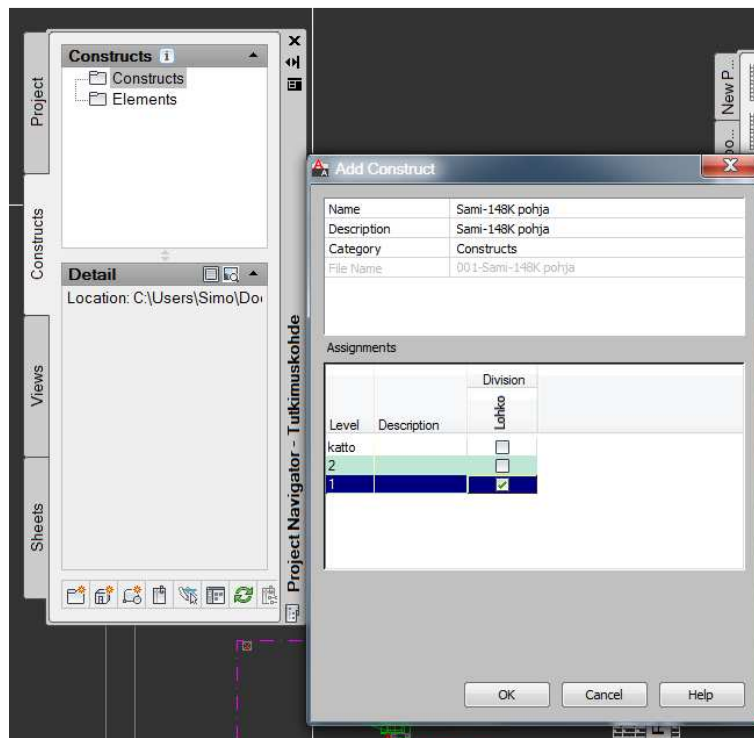
- Esiin tulee Project Navigator paletti, jonka Project-välilehden Levels-ikkunaan luodaan tarvittavat kerrokset korkeustasoiheen.



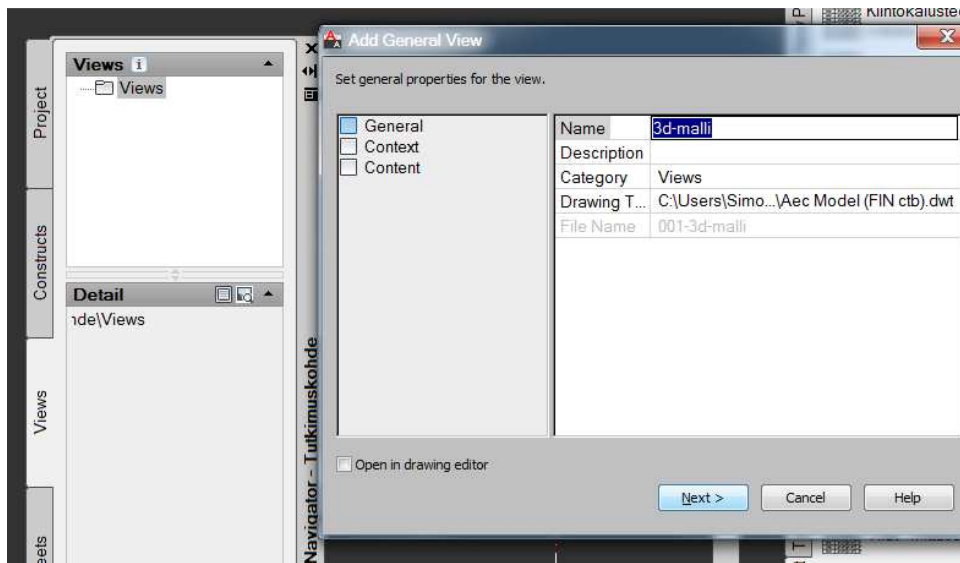
4. Constructs-välilehdellä varsinaiset tiedostot kohdistetaan luoduille kerroksille. Mikäli kyseessä on täysin uusi alkava projekti, valitaan New > Construct. Tässä tapauksessa tallennan olemassa ja avoinna olevan tiedoston Save Current Dwg As Construct -toiminnolla.



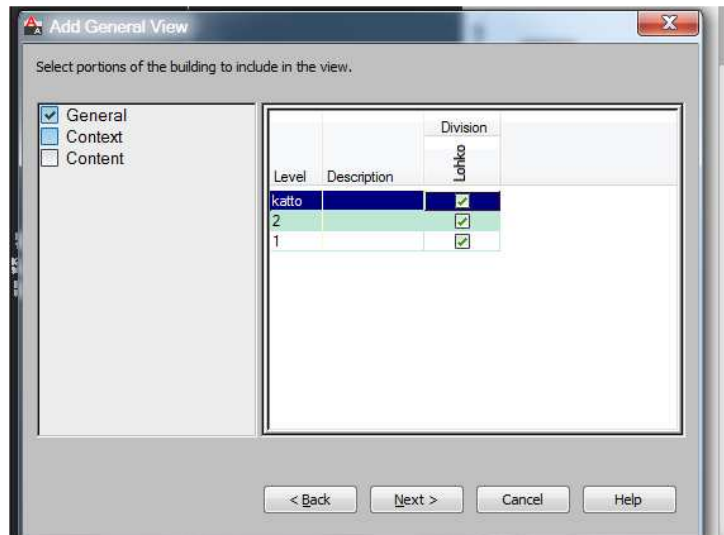
5. Seuraavaksi ruksataan kerros johon tallennettu tiedosto liittyy.



6. Lopuksi tiedot kerroksineen yhdistetään Views-välilehdellä luomalla uusi yleinen näkymä ja nimetään se.



7. Next-näppäimen painalluksen jälkeen Add General View -ikkunassa kohdistetaan näkymään halutut kerrostiedot.



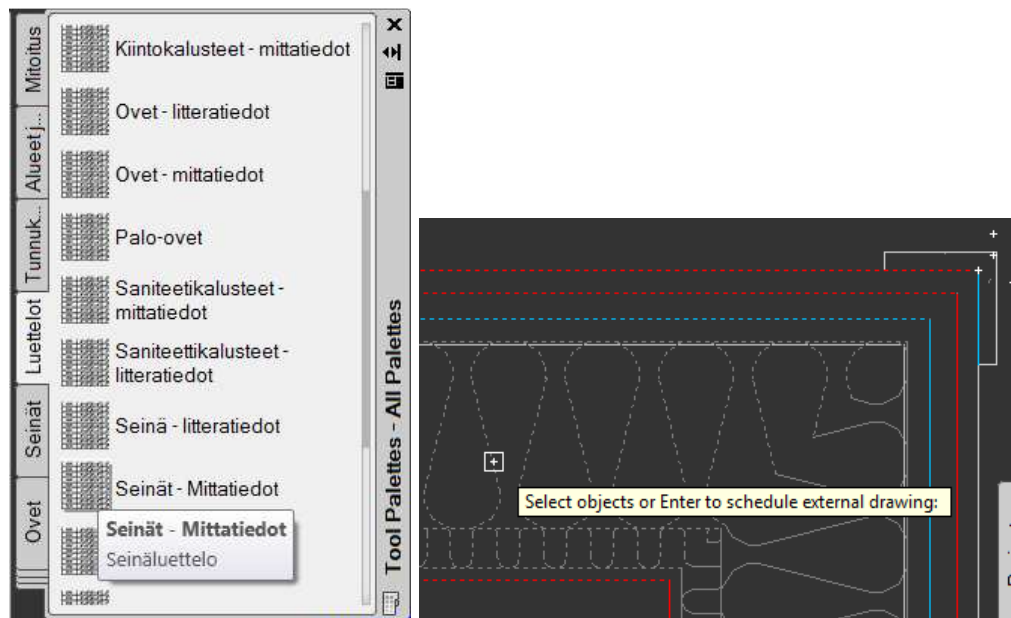
Näkymiä voi tehdä lisää esim. kerroskohtaisesti, joihin voi lisätä tarvittavat litterat, mitoitukset, taulukot ja selittävät tekstit.

8. Muodostettu 3d-mallinäkö, johon kaikki kerrokset yhdistettiin. Lopputulos siis sama kuin kuvassa16. Muodostetussa Views-näkymässä ovat yhdistetyt tiedostot viitekuvina. Nämä ovat muokattavissa Edit xref in place -komennolla.



Liite 3 Luetteloiden muodostaminen *AutoCad Architecture*- ja *Revit Architecture* – ohjelmalla

1. *AutoCad Architecture* -ohjelmassa työn alla olevan projektin luettelotiedot voi tehdä Views-lehdelle tai Constructs-lehdelle muodostettuun näkymään. Esimerkiksi seinätietoja haettaessa View-näkymässä luettelotyökalu tekee yhteisen seinäluettelon kaikista viitekuvassa olevista seinistä. Constructs-näkymässä voi valita halutut seinätyypit ja tehdä luettelot seinätyypeittäin.
2. Luetteloiden tekeminen tapahtuu valitsemalla haluttu luettelotyökalu työkalupaletin (Tool Palettes) luettelot-välilehdeltä. Valitaan seinien luettelotyökalu.

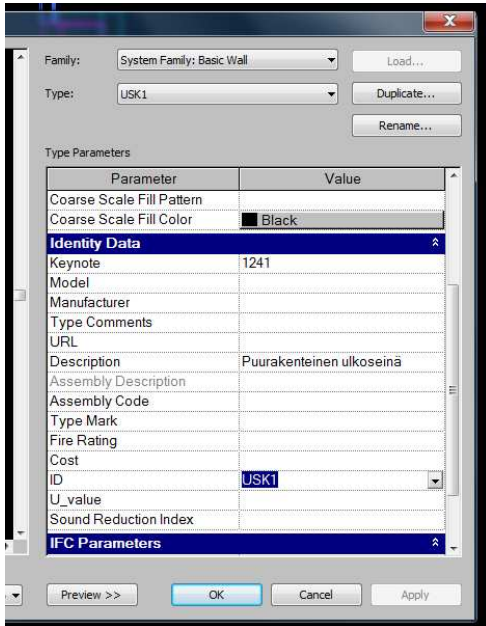


3. Ohjelma pyytää valitsemaan objektit tai viitekuvan. Teen nyt Constructs-näkymässä luettelon 1.krs:n ulkoseinistä (USK1) valitsemalla ne yksi kerrallaan. Seinien valitsemisen jälkeen ohjelma pyytää paikkaa aluetta johon luettelo tulee näkyviin.

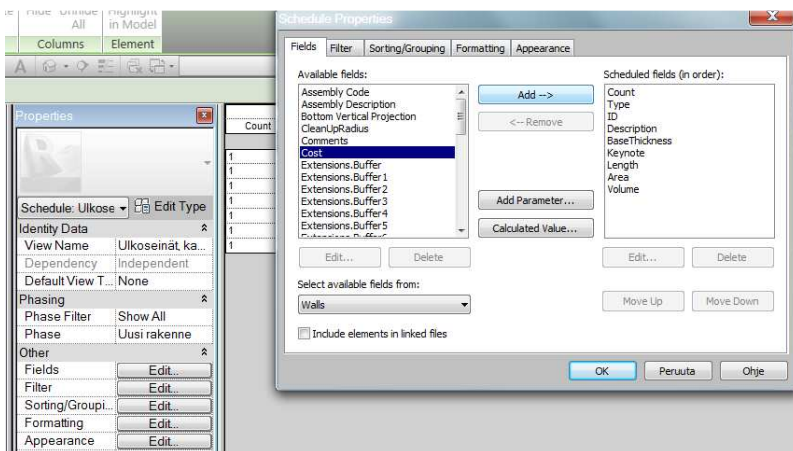
Ulkoseinät - mittatiedot								
Kerros	Tyyppi	Tyylin kuvaus	Talo2000	Korkeus	Pituus	Ulkopinnan bruttoala	Bruttotilavuus	
1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	2840	13000	37.21	11.935	
1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	2840	7900	22.591	7.275	
1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	2840	4244	12.053	3.965	
1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	2840	3656	11.241	3.391	
1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	2840	1200	3.408	1.121	
1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	2840	8100	23.234	7.356	
1	USK1	Ulkoseinä - 345 mm	1241	2840	3900	11.221	3.536	
					42200	121.007	38.682	

Revit-ohjelmassa toiminto on helppo. Otetaan vastaava luettelo IFC-muodossa siirrettävästä talon ensimmäisestä kerroksesta.

1. Aktivoidaan ensin erilaiset ulkoseinät tyyppi kerrallaan ja täydennetään Properties-ikkunan kautta Edit Type –komennolla. ID-riville kirjoitettavalla USK1 ID-tunnuksella saadaan seinätiedot näkyviin oikeaan vakio luetteloon. Samalla voi täydentää Talo 2000 tunnuksen ja esimerkiksi U-arvon.



2. Avataan Project Browser -ikkunasta Ulkoseinät, kantavat –luettelo ja klikataan Properties-ikkunasta Fields-kohdan Edit painiketta. Esiin tulevasta Schedule Properties –ikkunasta siirretään luetteloon näkyviin halutut kentät. Lopuksi painetaan OK.



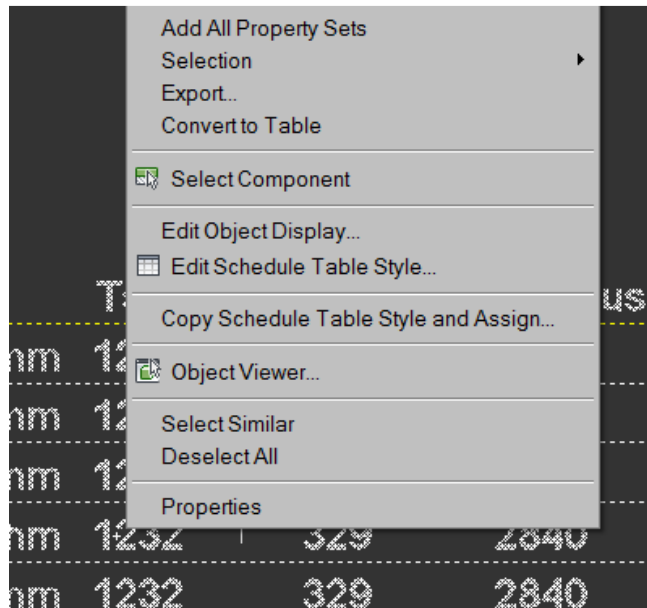
3. Haluttu lopputulos

Ulkoseinät, kantavat								
Count	Tyyppi	Tunnus	Kuvaus	TALO 2000	BaseThickne	Length	Area	Volume
1	USK1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä	1241	345	7873 mm	22.0 m ²	7.235 m ³
1	USK1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä	1241	345	12773 mm	32.5 m ²	10.655 m ³
1	USK1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä	1241	345	4244 mm	10.0 m ²	3.325 m ³
1	USK1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä	1241	345	1200 mm	3.5 m ²	1.121 m ³
1	USK1 keitto	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä	1241	345	3787 mm	9.5 m ²	3.153 m ³
1	USK1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä	1241	345	3629 mm	4.0 m ²	1.347 m ³
1	USK1	USK1	Puurakenteinen ulkoseinä	1241	345	7787 mm	12.0 m ²	3.975 m ³

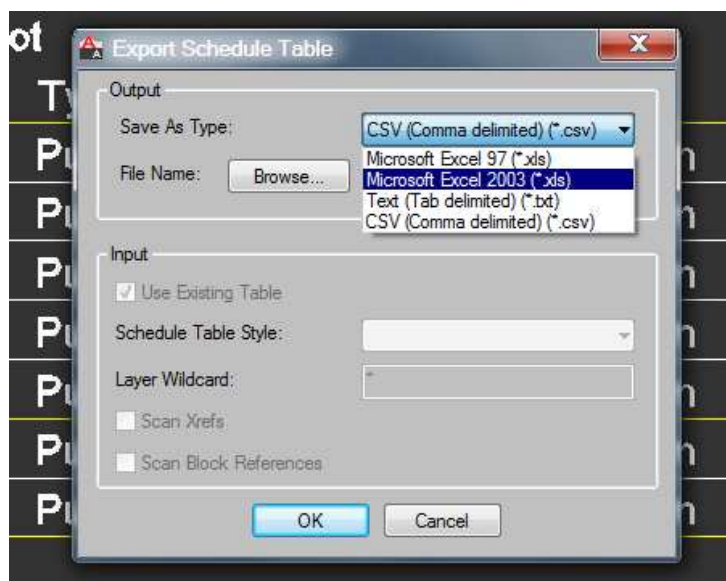
Liite 4: Luettelotietojen tiedonsiirto *AutoCad Architecture* - ja *Revit Architecture* – ohjelmalla

*AutoCad Architecture*sta tuotetun tietoluettelon siirto yleisesti käytettyyn Microsoft Excel -ohjelmaan tapahtuu hyvin yksinkertaisesti.

1. Klikataan työpöydälle tuotuluettelo ja painamalla hiiren oikeata näppäintä syyty valikko, josta löytyy Export-komento.



2. Export-komentoa klikkaamalla tulee esiin Export Schedule Table. Valitaan valikosta Excel 2003 tallennusmuoto ja Browse-painikkeen takaa valitaan tallennuspaikka ja annetaan nimi.

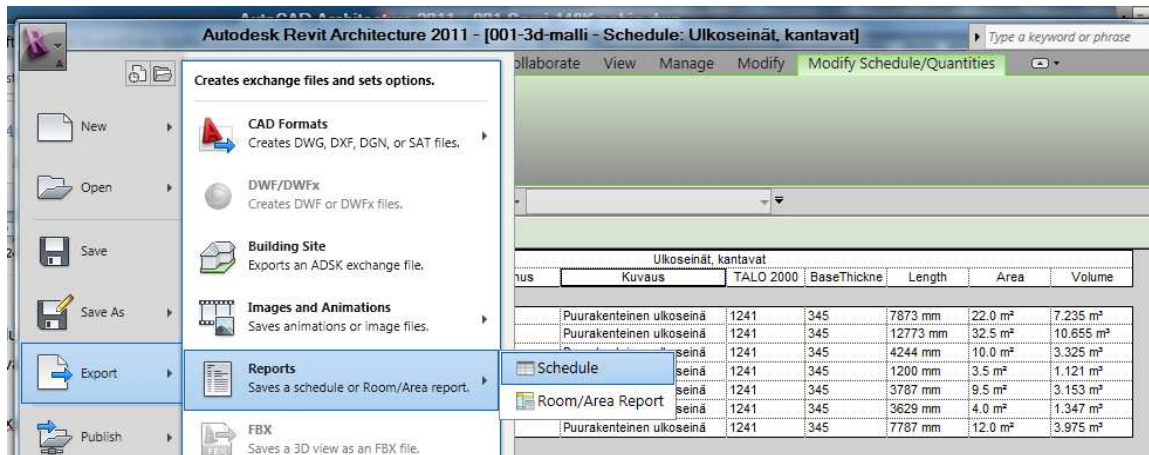


3. Avataan Excel-ohjelma ja tallennettu tiedosto

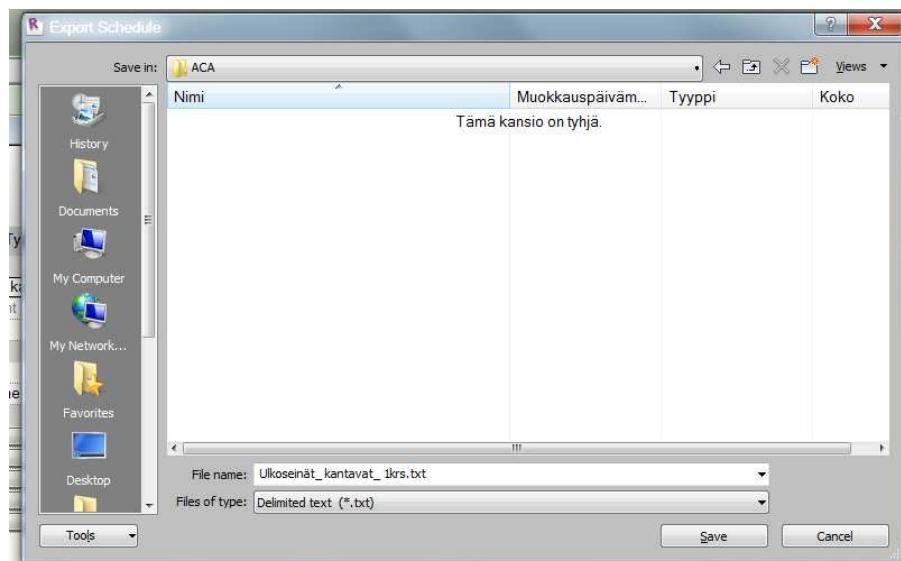
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1									
2		Kerros	Tyyppi	Tyypin kuvaus	Talo2000	Paksuus	Korkeus	Pituus	Ulkopinnan bruttoala
3	1	USK1		Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	13000,	37,21
4	1	USK1		Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	7900,	22,581
5	1	USK1		Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	4244,	12,053
6	1	USK1		Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	3856,	11,241
7	1	USK1		Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	1200,	3,408
8	1	USK1		Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	8100,	23,294
9	1	USK1	keittiö	Puurakenteinen ulkoseinä - 345 mm	1241	345,	2840,	3900,	11,221
10								42200,	121,007
11									

Revit Architecture -ohjelmasta tuotetun tietoluettelon siirto yleisesti käytettyyn Microsoft Excel -ohjelmaan tapahtuu seuraavasti.

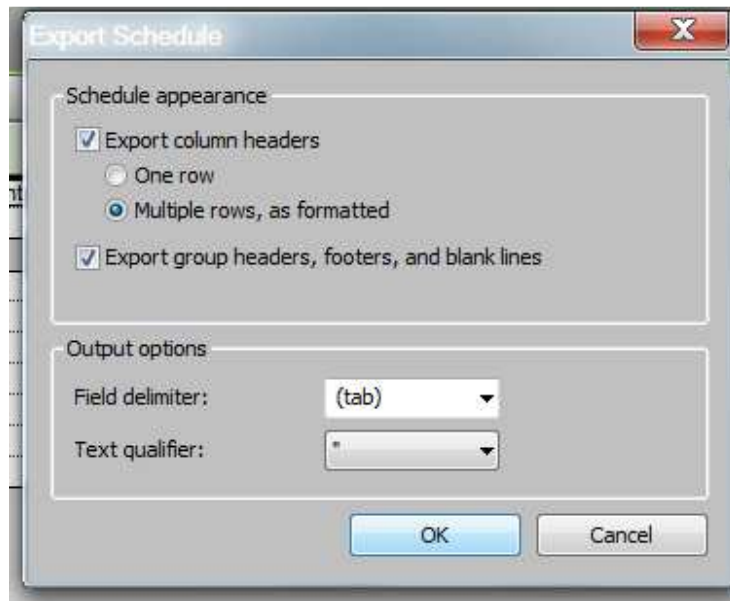
1. Luettelon ollessa avoinna aloitetaan siirto Export-komennon kautta Shedule-komennolla.



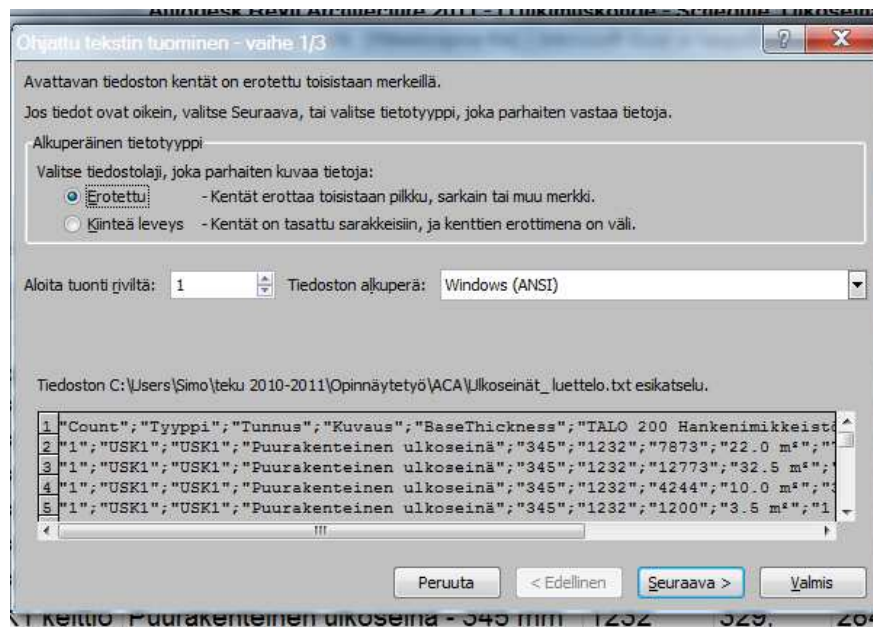
2. Avautuvaan ikkunaan kohdennetaan tallennuspaikka ja nimetään tiedosto.



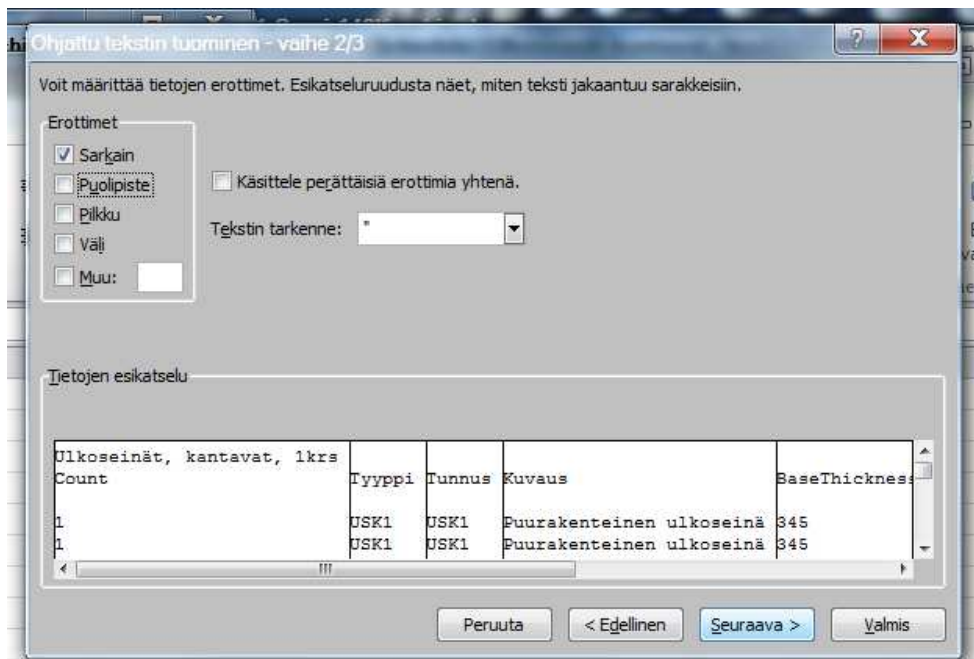
3. Export Schedule –ikkunassa, kuten muissakin seuraavissa ikkunoissa ovat asetukset kohdallaan. Painetaan OK.



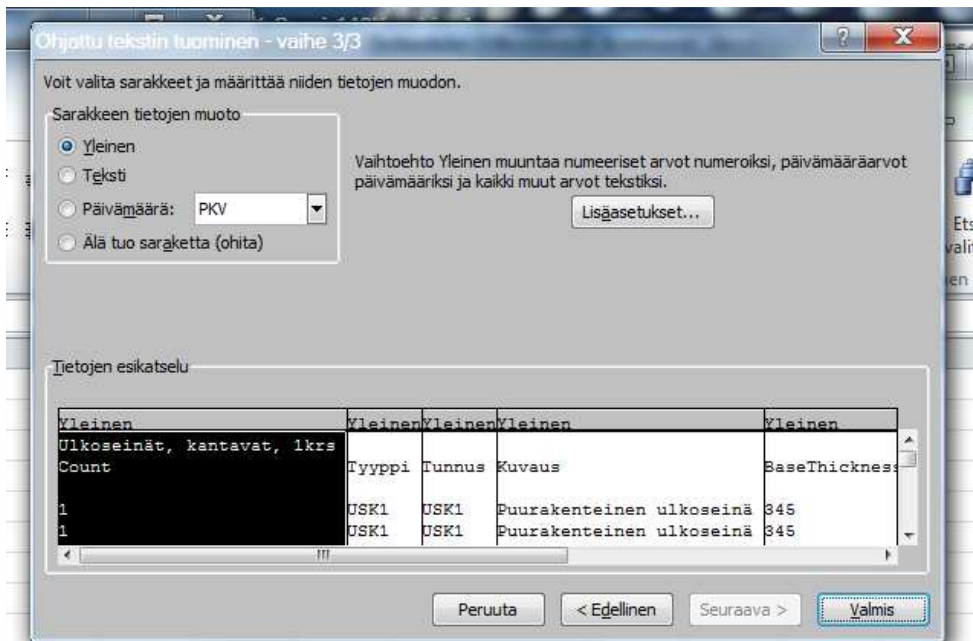
4. Avataan Excel ja avataan tallennettu tiedosto. Esille tulevan ikkunan oletusasetukset ovat ok. Painetaan Seuraava.



5. Painetaan Seuraava



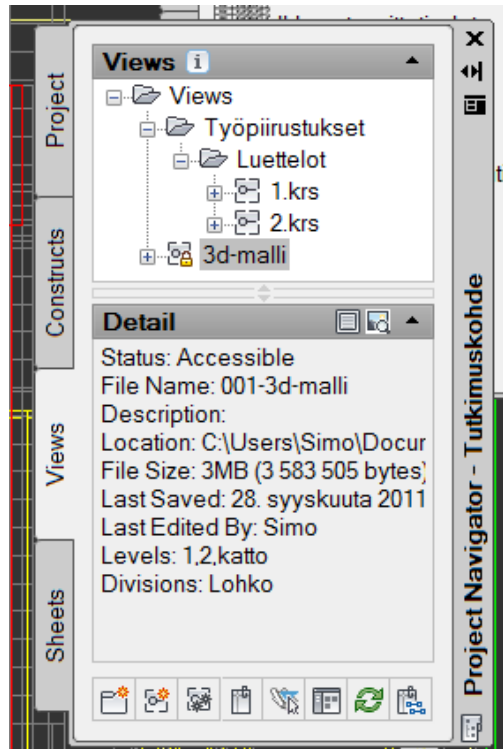
6. Kuitataan tallennus valmiiksi.



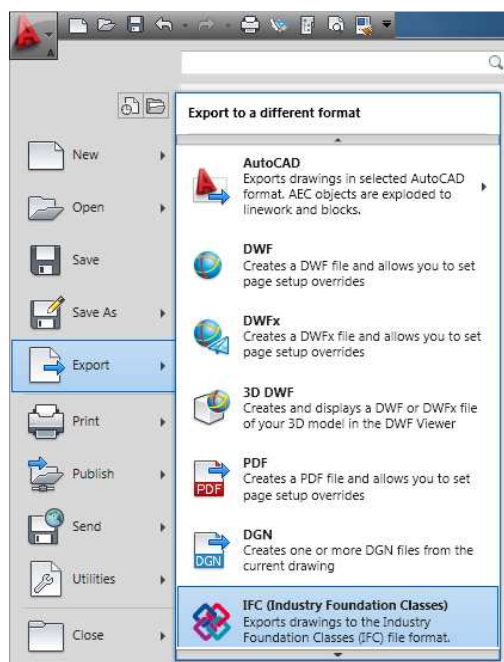
Liite 5: Tietomallin siirto *AutoCad Architecture*lla IFC-muotoon

Tässä liitteessä opastetaan projektiksi luodun tietomallin siirtoa IFC-muotoon.

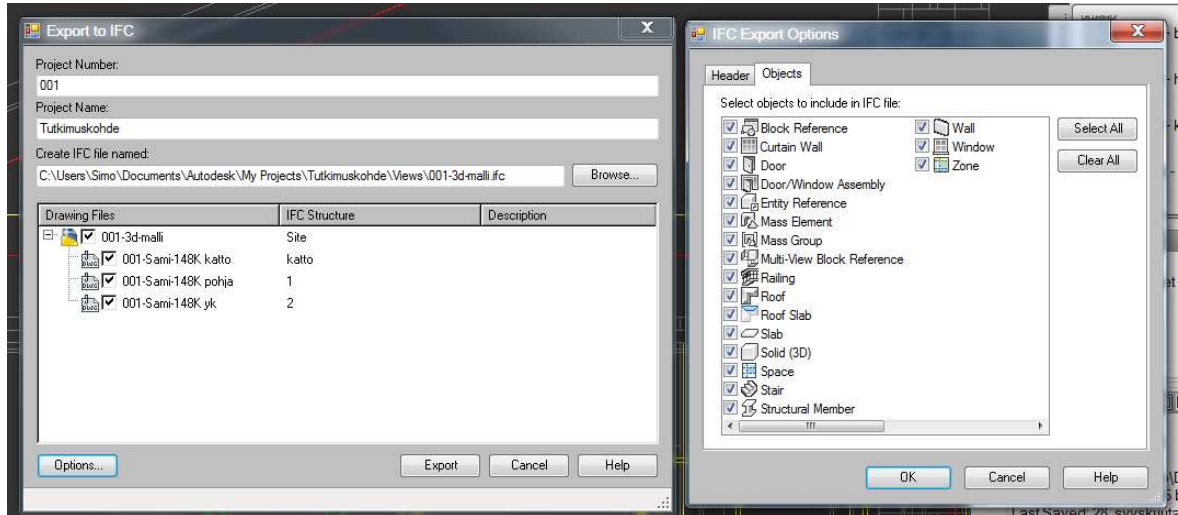
1. Avataan Project Navigator Views-välilehdeltä näkymä, josta löytyy kaikki kerrokset



2. Tallentaminen aloitetaan Export-toiminnon kautta



- Export to IFC –ikkunaan projekti voidaan numeroida ja nimetä. Create IFC file named –kohdasta valitaan paikka minne IFC-tiedosto tallennetaan. Options-painikkeen kautta voi halutessaan muokata IFC-tiedostoon tallennettavien objektien määrää. Lopuksi painetaan Export.

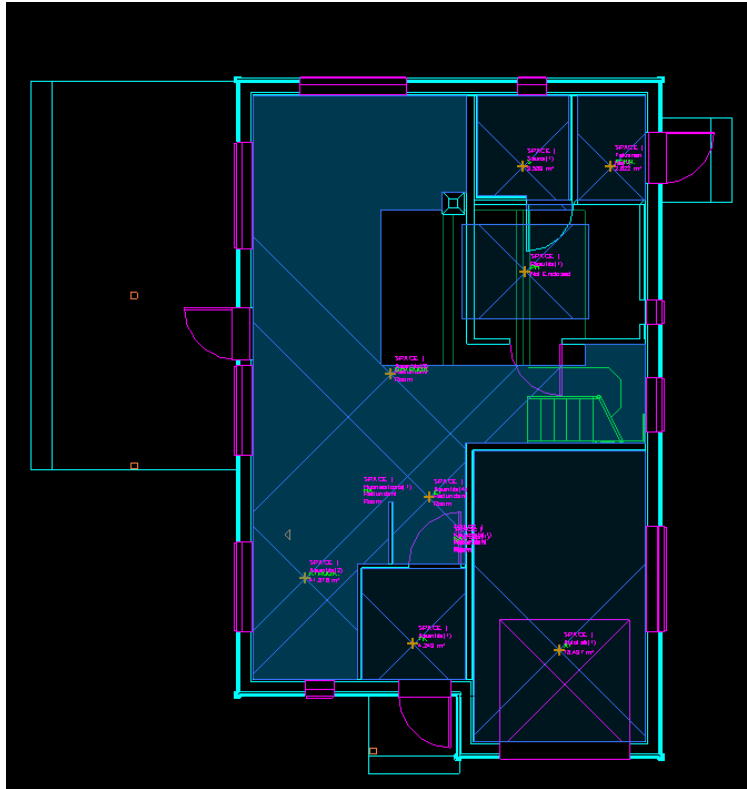


Tallennus on suoritettu ja avattavissa IFC-tiedonsiirtoformaattia tukevalla ohjelmalla.

Liite 6: *AutoCad Architecturesta Revit Architecture* -ohjelmaan siirretyn tietomallin tilojen muokkaus

Tässä liitteessä opastetaan IFC-muodossa *Revitiin* siirretyn tietomallin tilojen muok-
kausta.

1. Avatun ensimmäisen kerroksen tilanäkymä alkutilanteessa.

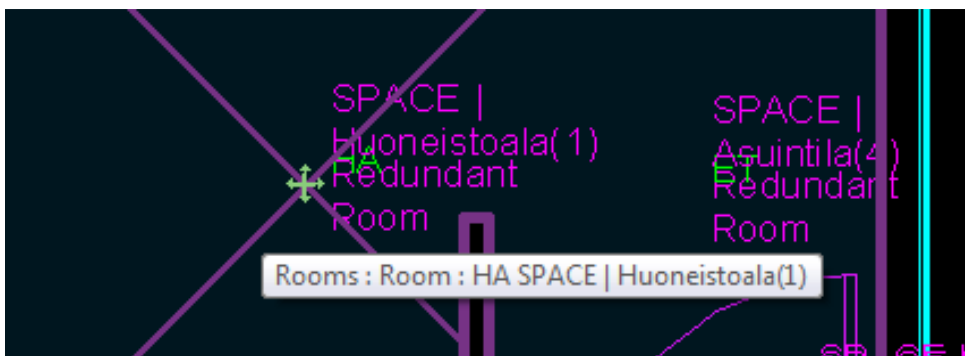


2. Vastaavasti ensimmäisen kerroksen tilaluettelo alkutilanteessa.

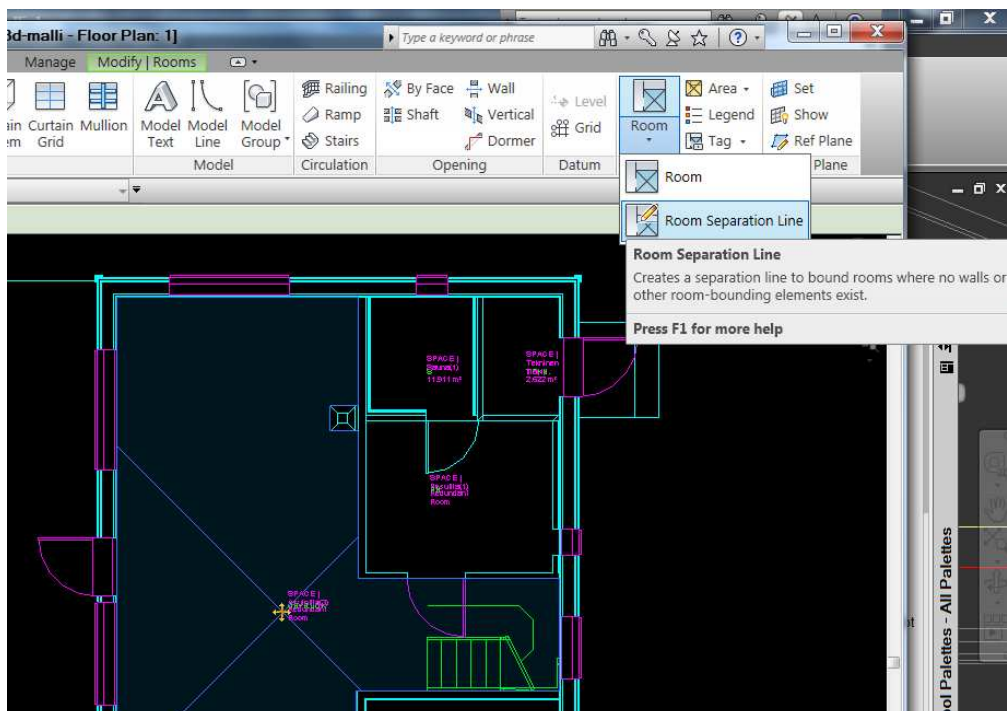
Kerros	Tilatyyppi	Tilan nro	Nimi	Pinta-ala	Tilavuus	Piiri
Not Placed						
Not Placed	(none)	101	H	Not Placed	Not Placed	Not Placed
Not Placed: 1				0.0 m ²	0 m ³	0 m
1						
1	(none)	SPACE Standard(1)	Space	33.0 m ²	80 m ³	24 m
1	(none)	SPACE Autotalli(1)	AT	18.5 m ²	45 m ³	18 m
1	(none)	SPACE Asuintila(1)	TK	4.0 m ²	10 m ³	8 m
1	(none)	SPACE Asuintila(2)	K+RUOK.	42.0 m ²	102 m ³	44 m
1	(none)	SPACE Asuintila(3)	OH+RUOK	Redundant R	Redundant R	Redundant R
1	(none)	SPACE Asuintila(4)	ET	Redundant R	Redundant R	Redundant R
1	(none)	SPACE Sauna(1)	S	3.5 m ²	9 m ³	8 m
1	(none)	SPACE Tekninen tila(1)	TEKN.	2.5 m ²	6 m ³	7 m
1	(none)	SPACE Pesutila(1)	PH	Not Enclosed	Not Enclosed	Not Enclosed
1	(none)	SPACE Huoneistoala(1)	HA	Redundant R	Redundant R	Redundant R
1	(none)	SPACE Bruttoala(1)	KOK	Redundant R	Redundant R	Redundant R
1	(none)	SPACE Kerrosala(1)	KA	Redundant R	Redundant R	Redundant R
1: 12				103.5 m ²	252 m ³	108 m

ACAssa tiloina muodostetut huoneisto-, kerros- ja bruttoala pitää *Revit*issä poistaa kokonaan, sillä *Revit* ei hyväksy tilojen päällekkäisyyksiä huonetilojen kanssa. Poistettavat tilat täytyy korvata alue-toiminnolla (Area). Eteis-, olohuone- ja keittiötilat ovat osittain yhdistyneet, sillä näitä tiloja ei ole erottelemassa suljetut seinät. *Revit*issä ei tiloja voi muokata ACAn tapaan ”kahvojen” avulla, vaan avoimien tilojen erotteluun löytyy erillinen Room Separation Line -työkalu.

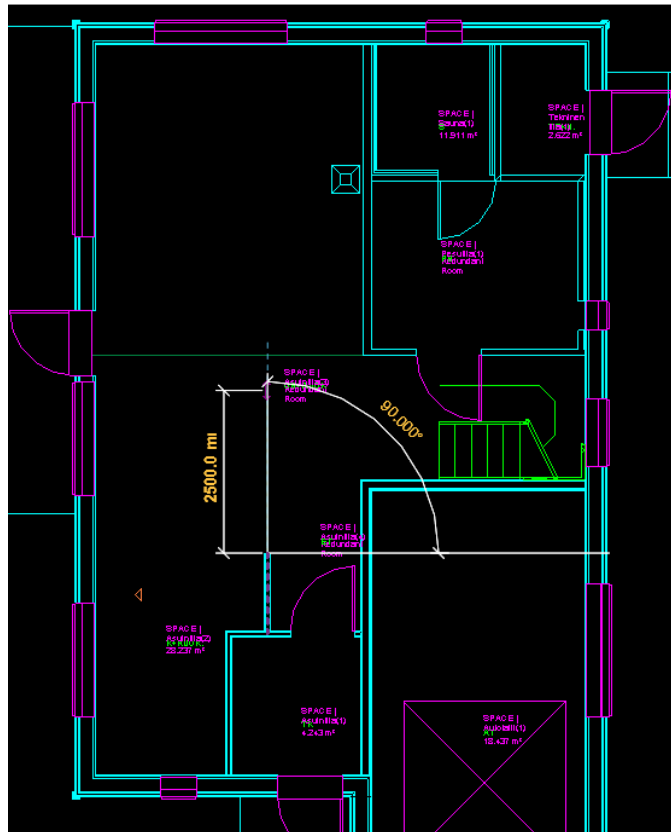
3. Poistetaan ylimääräiset tilat. Pysäytetään hiiri tilan päälle ja esiin tulevasta ilmoituksesta voi varmistaa poistettavan tilan olevan oikea. Aktivoidaan näin poistettavat tilat hiirellä yksi kerrallaan ja poistetaan ne Delete-painikkeella.



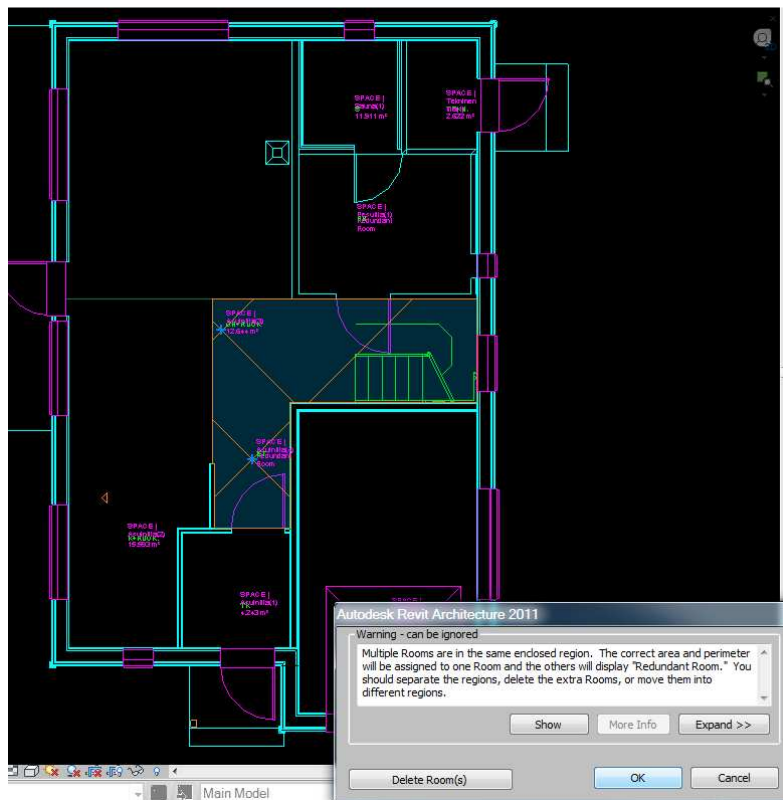
4. Aktivoidaan hiirellä yksi yhtenäinen tila ja Home-valikon kautta haetaan Room Separation Line -työkalu.



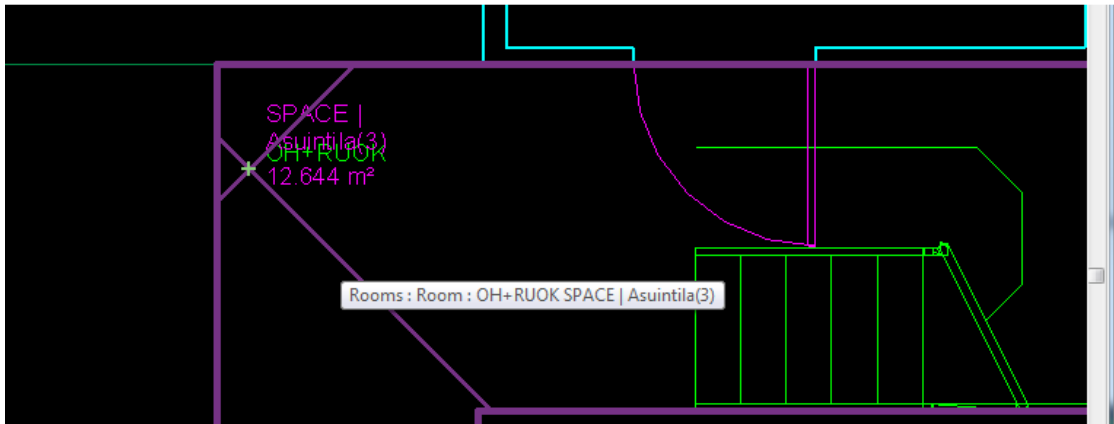
5. Room Separation Line –työkalulla piirretään halutunlaisia suljettuja tiloja.



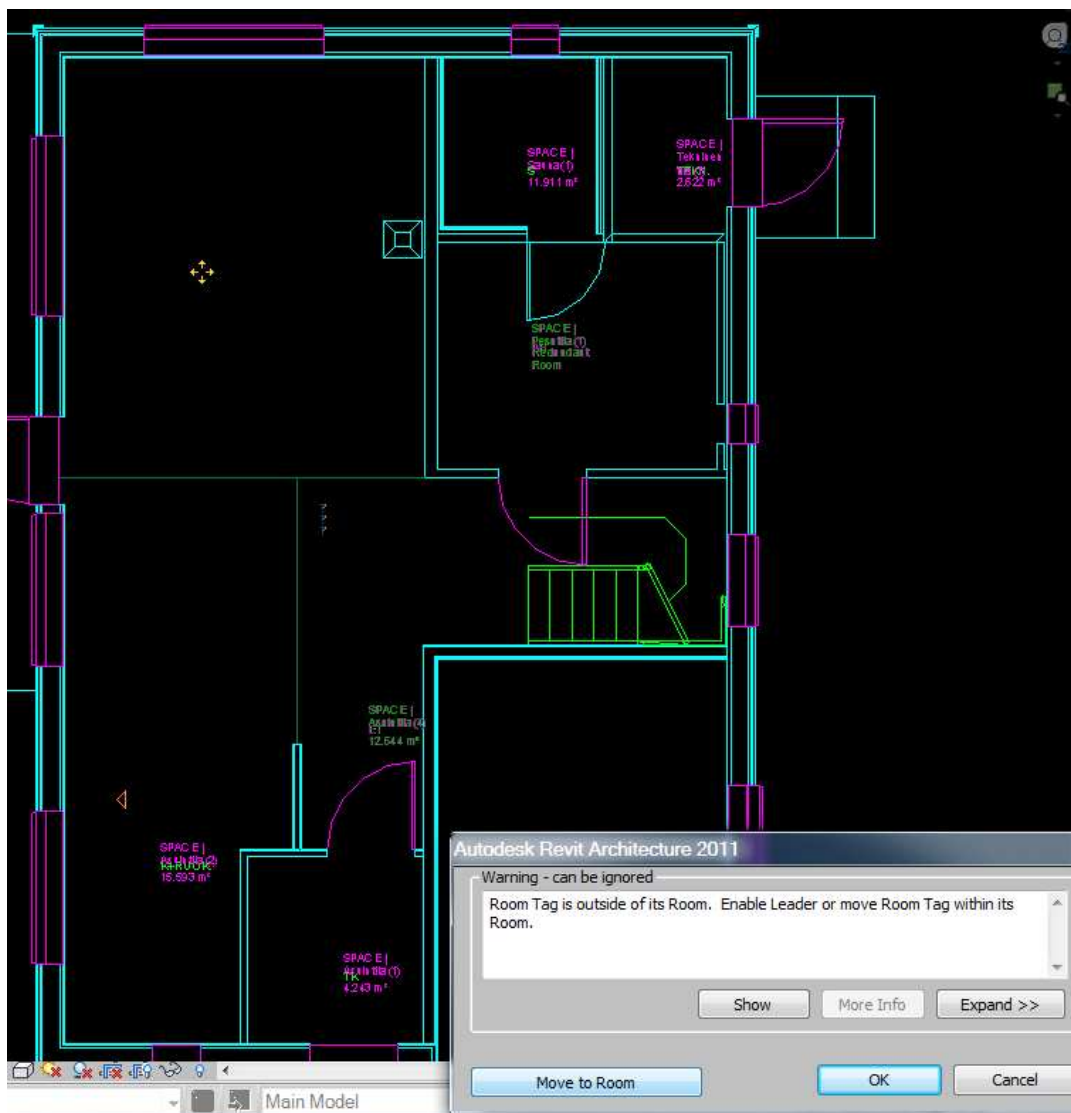
6. Ohjelma ilmoittaa tapahtuvista muutoksista tiloissa. Painetaan OK.



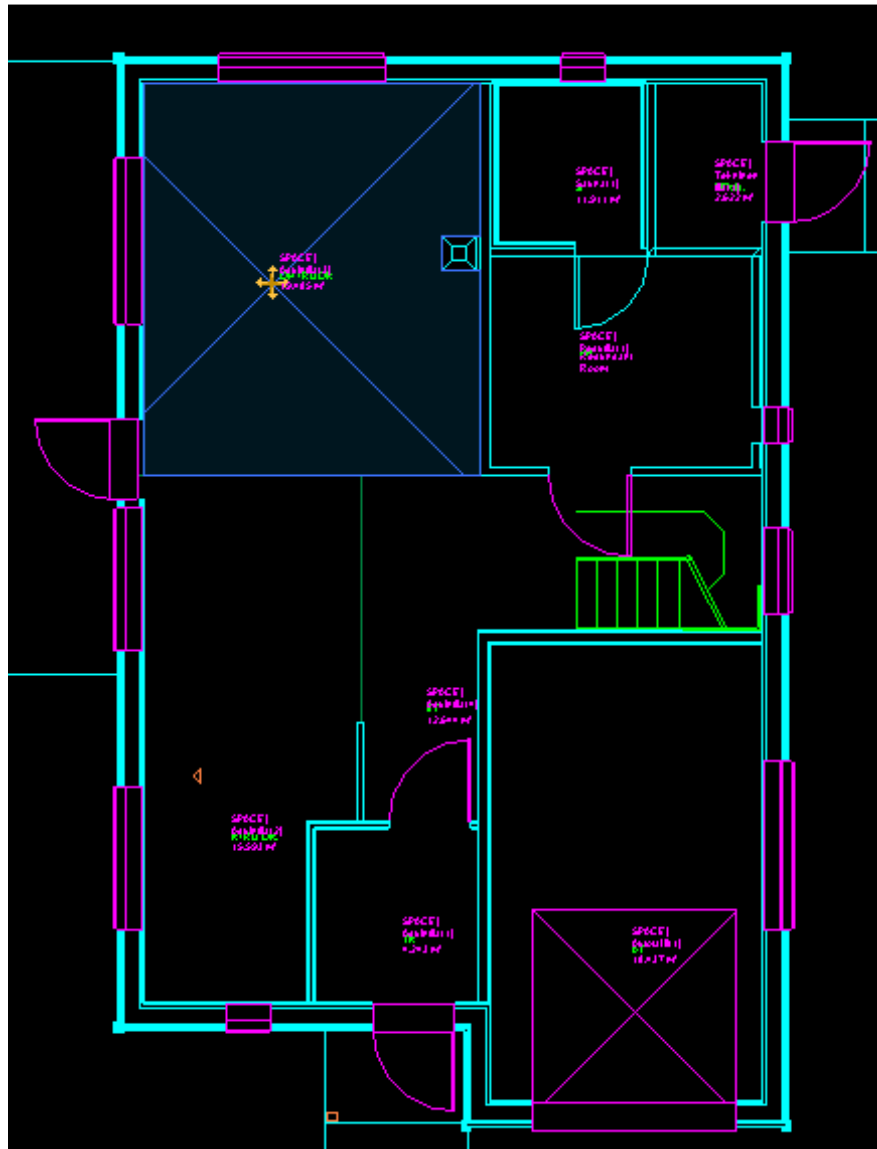
7. Eteistilan kohdalla on edelleen päällekkäin olohuoneen ja eteisen tilat. Hae-
taan hiirellä olohuoneen tila ja raahataan se olohuoneen puolelle.



8. Ohjelma huomauttaa tunnuksen "ulkopuolelle jäämisestä". Painetaan Move to Room –painiketta.



9. Tilat päivittyvät muutosten myötä automaattisesti.



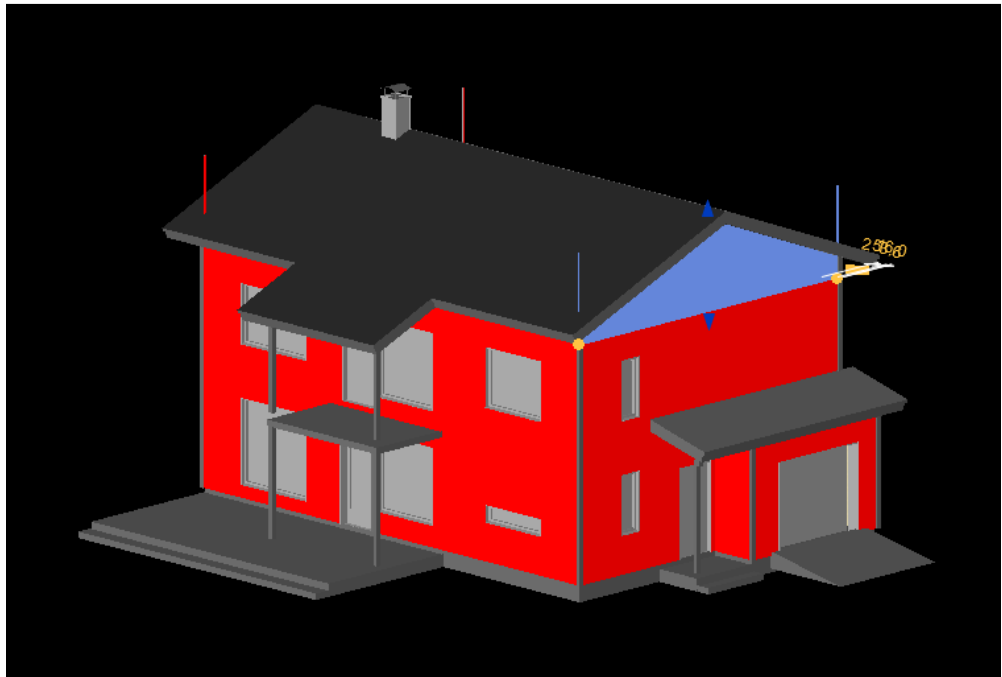
10. Päivitetty luettelo.

Tilaluettelo						
Kerros	Tilatyyppi	Tilan nro	Nimi	Pinta-ala	Tilavuus	Piiri
1	55 Autosuojat	SPACE Autotalli(1)	AT	18.5 m ²	45 m ³	18 m
1	12 Asuinhuoneet	SPACE Asuintila(1)	TK	4.0 m ²	10 m ³	8 m
1	12 Asuinhuoneet	SPACE Asuintila(2)	K+RUOK.	15.5 m ²	38 m ³	18 m
1	12 Asuinhuoneet	SPACE Asuintila(3)	OH	19.5 m ²	48 m ³	19 m
1	12 Asuinhuoneet	SPACE Asuintila(4)	ET	12.5 m ²	31 m ³	18 m
1	74 Löylyhuoneet	SPACE Sauna(1)	S	3.5 m ²	8 m ³	7 m
1	52 Varastot	SPACE Tekninen tila(1)	TEKN.	2.5 m ²	6 m ³	7 m
1	72 Pesutilat	SPACE Pesutila(1)	PH	8.5 m ²	20 m ³	12 m
1: 8				85.0 m ²	207 m ³	107 m

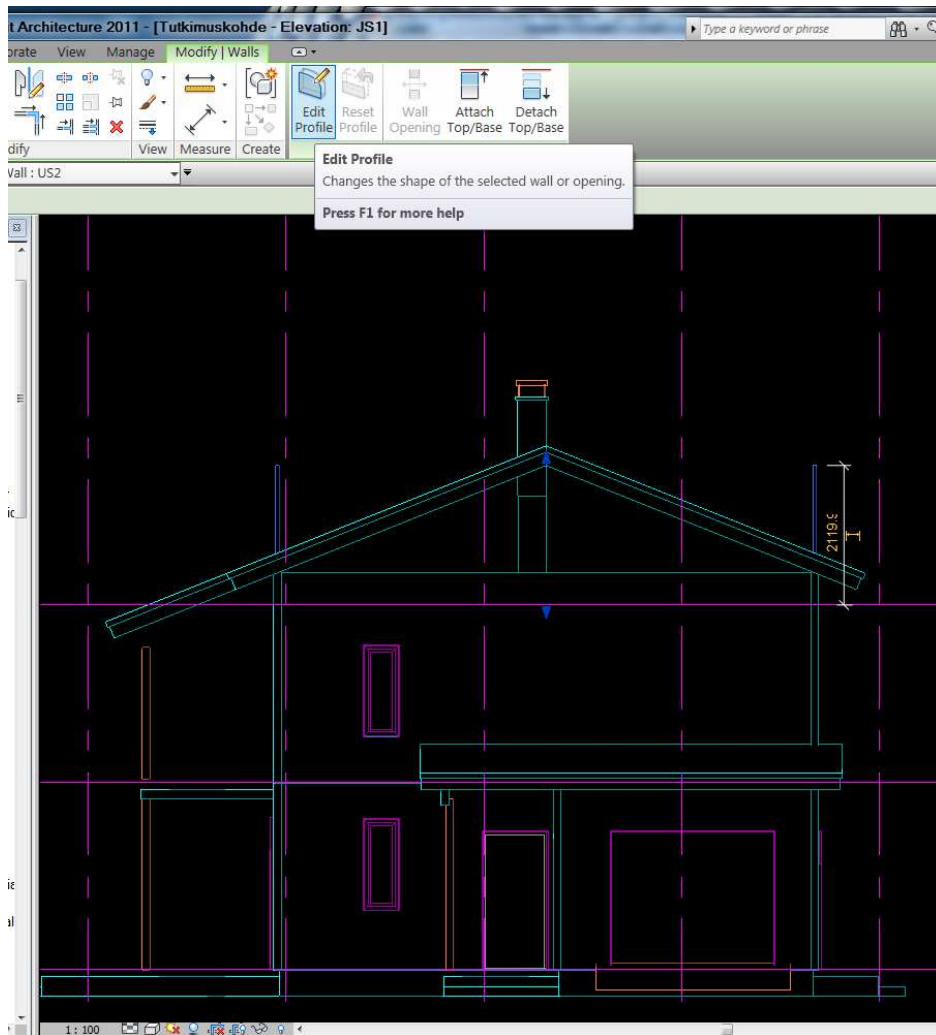
Liite 7: IFC-tietokannasta siirretyn päätykolmion muokkaus *Revit*issä

Tässä liitteessä opastetaan poikkeavan ratkaisumallin käyttöä IFC-tietokannan mukaan tuoman ongelmakohdan vuoksi. Lähtötilanteessa päätykolmioseinää ei saada liitettyä oikein katto -objektiin *Revit*in normaalilla liittämiskomennolla (Attach Top/ Base). Ongelmaratkaisuna käytetään Edit Profile -työkalua.

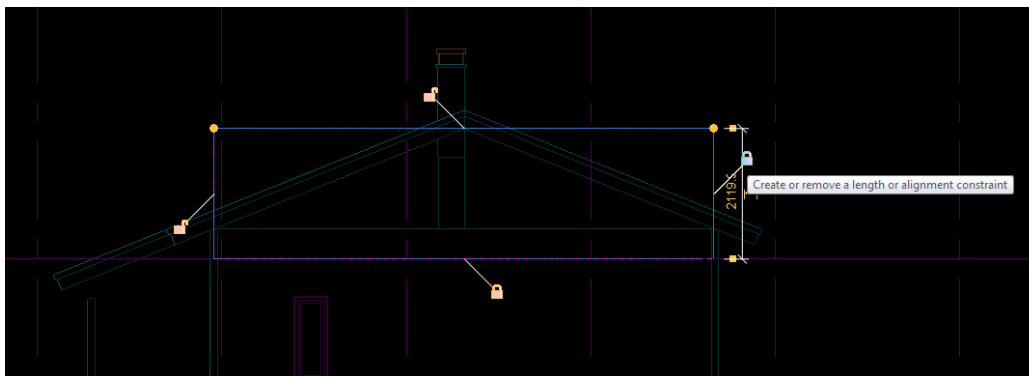
1. Aktivoidaan toinen päätykolmio ja poistetaan se Delete-komennolla.



2. Siirrytään Project Browserin kautta JS 1 näkymään ja aktivoidaan päätykolmio, sekä valitaan Modify Walls -valikosta Edit Profile -työkalu.

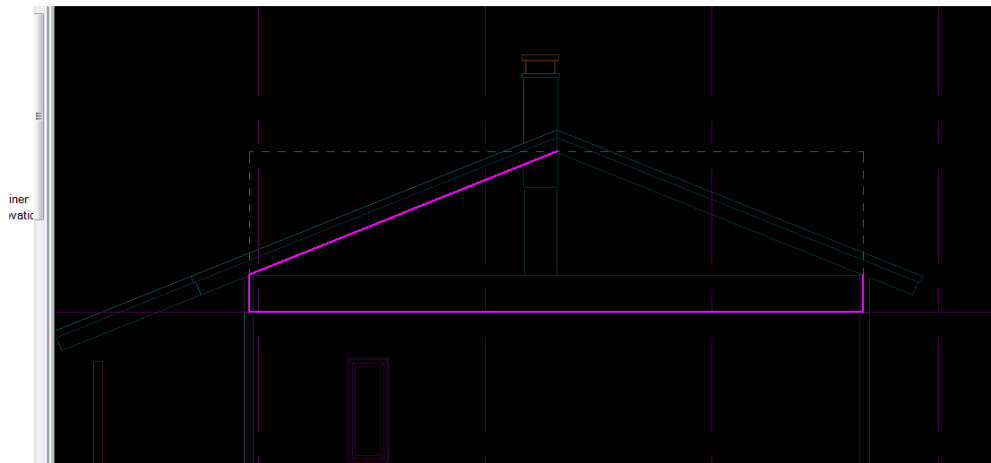


3. Napsautetaan hiirellä suorakaiteen muotoiseksi muuttunutta päätykolmiota, jolloin lukot tulevat näkyviin.

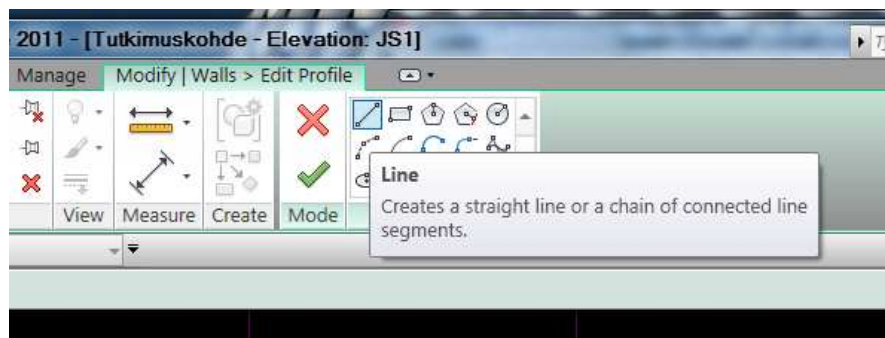


Sivulukot ja ylin lukko avataan, tartutaan hiirellä keltaisista kahvoista ja vedetään esim. sivujen yläpäästä räystäsviivan alareunaan (alkuperäinen päätykolmion leikkausraja).

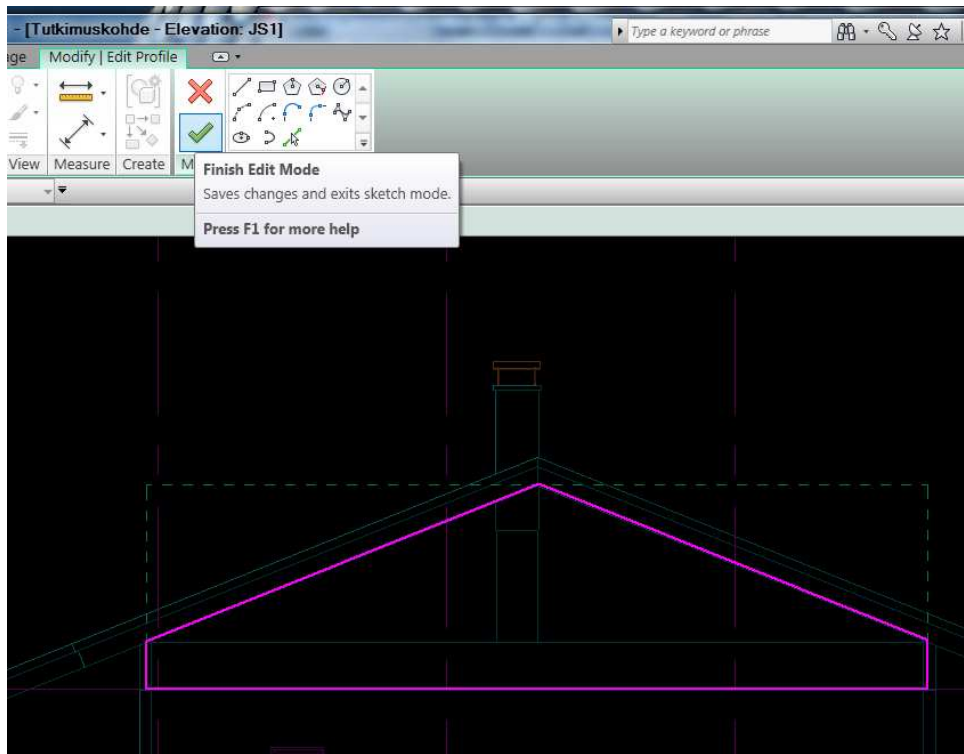
4. Yläreunan viiva siirretään kahvojen avulla alla olevan kuvan mukaisesti rajaamaan päätykolmiota toista kattolapetta vasten.



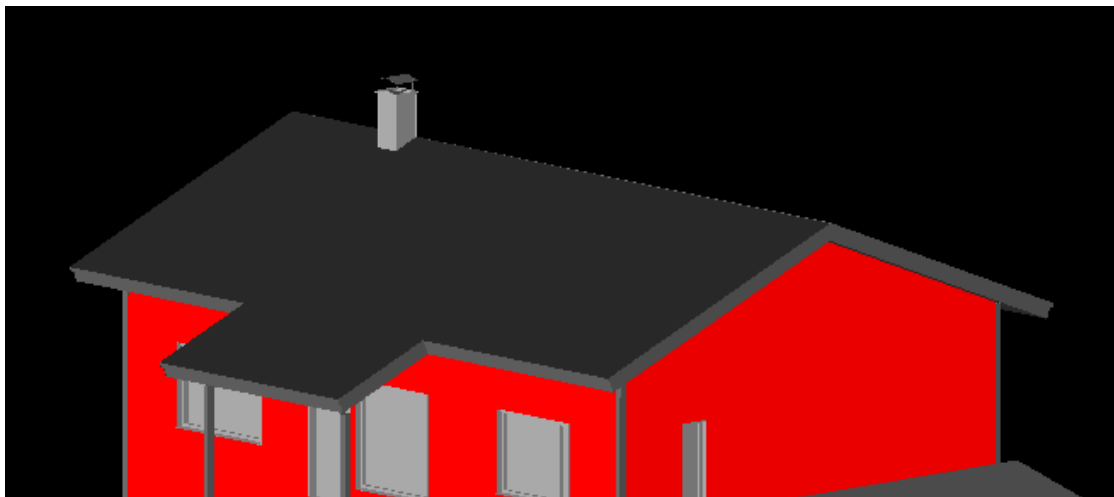
5. Yllä olevasta Modify –valikosta Draw –välilehdeltä valitaan Line –komento, jolla piirretään puuttuvan lappeen suuntainen rajaoviiva.



6. Editointi viimeistellään painamalla Finish Edit Mode –näppäintä.



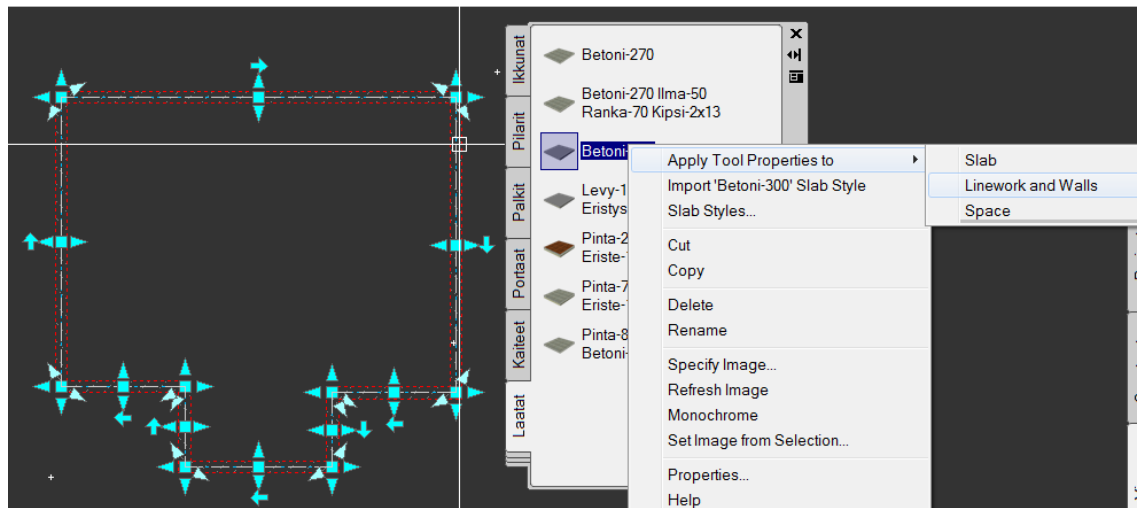
7. Lopuksi muokattu päätykolmio peilikuva-komennolla (Mirror Draw Axis) lisätään vesikattonäkymässä vastakkaiseen pätyyn. Näin lopputulos on alkuperäisen mukainen.



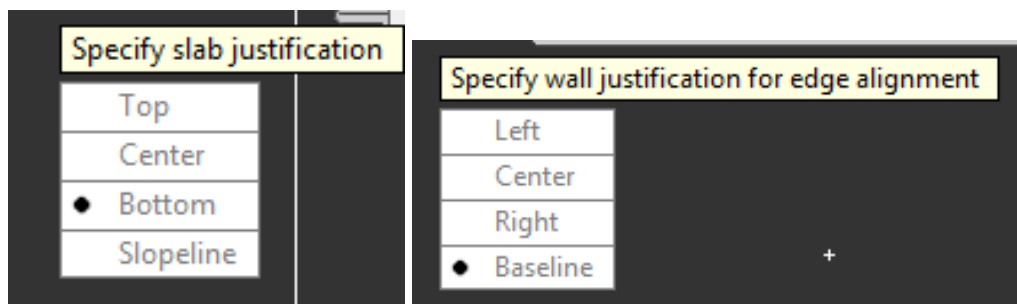
Liite 8: Laatan muodostaminen *AutoCad Architecture* - ja *Revit Architecture* – ohjelmalla

Tässä liitteessä opastetaan laatan teko laattatyökalulla ensin *ACA*-ohjelmalla ja sen jälkeen *Revit*-ohjelmalla

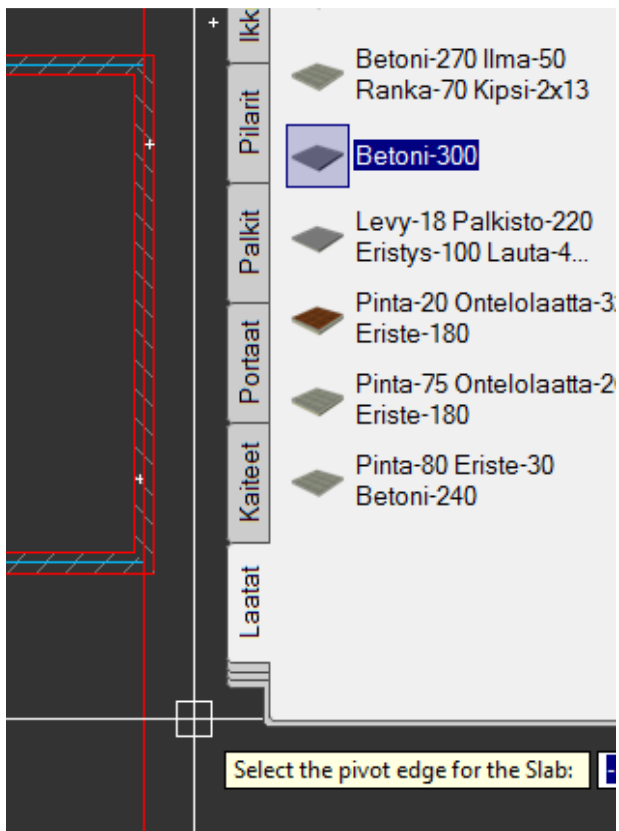
1. *ACAssa* nopein tapa laatan muodostukseen on aktivoida kaikki seinät ja akti-voida haluttu laattatyökalu työkalupaletista (Tool Palettes) hiiren oikealla näp-päimellä. Tällöin syttyvän ikkunan kautta valitaan Apply Tool Properties to>Linework and Walls. Ohjelma kysyy poistetaanko kohdistukseen käytettä-vät seinät, johon painetaan Enter, sillä oletuksena on ei.



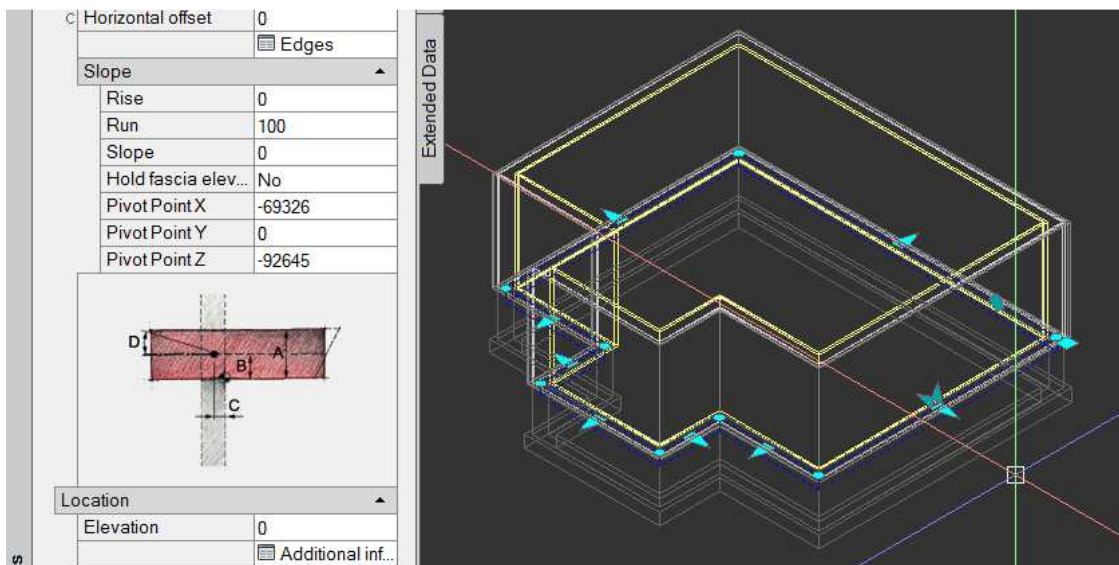
2. Ohjelma kysyy edelleen alla olevaan tapaan laatan piirtolinjaa sekä laatan ra-jautumista seinälinjan suhteen



3. Lopuksi osoitetaan laatan ulkopuoli seinälinjan päälle syttyvän punaisen viivan suhteen.



4. Laatta on muokattavissa ominaisuusikkunan (Properties) ja kahvojen kautta

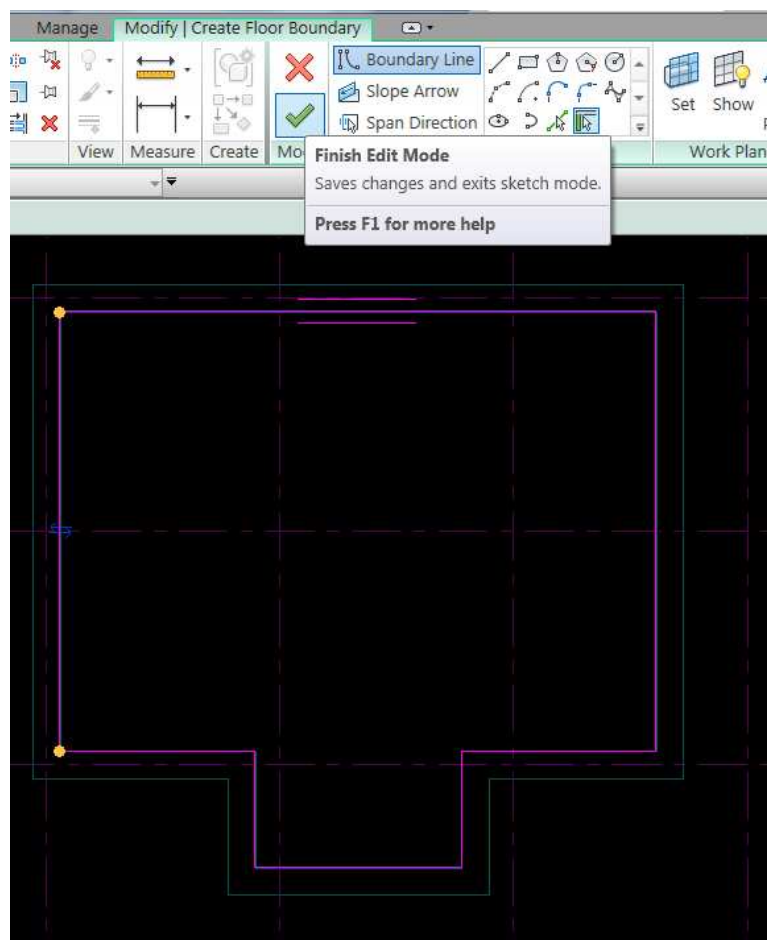


Revit-ohjelmassa sama tapahtuu seuraavasti.

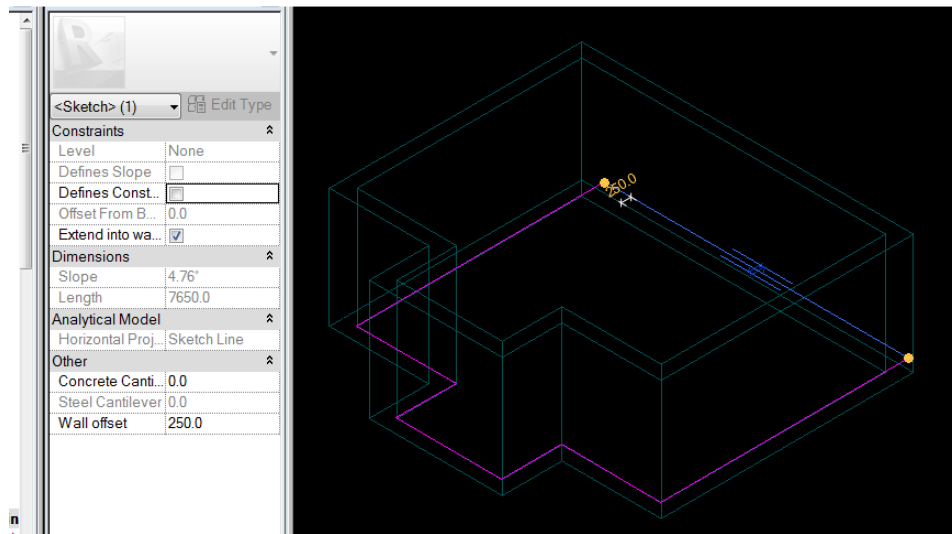
1. Laatta-työkalu haetaan Home-valikon kautta.



2. Valittaessa Floor-työkalu pohjakuvan ääriviivat himmenevät. Alavassemmassa olevan informoin mukaisesti valitaan seinät yksi kerrallaan ja viimeistellään toimenpide painamalla Finish Edit Mode – painiketta.



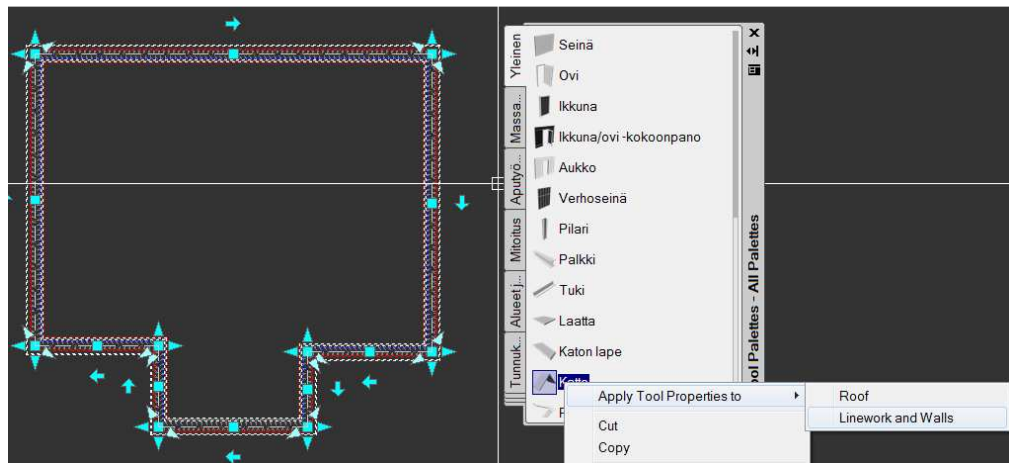
3. Laattaa voi muokata Edit-toimintojen kautta.



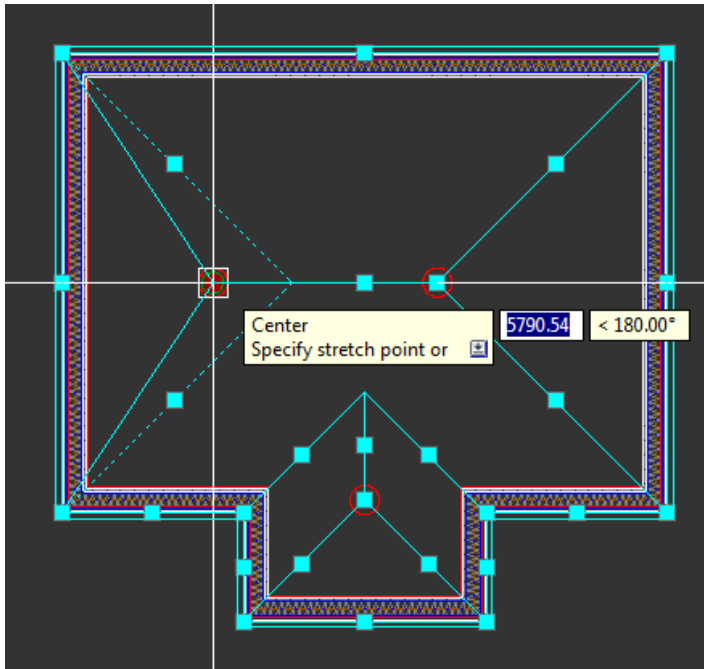
Liite 9: Katon muodostaminen *AutoCad Architecture* - ja *Revit Architecture* -ohjelmalla

Tässä liitteessä opastetaan katon teko kattotyökalulla ensin *ACA*-ohjelmalla ja sen jälkeen *Revit*-ohjelmalla

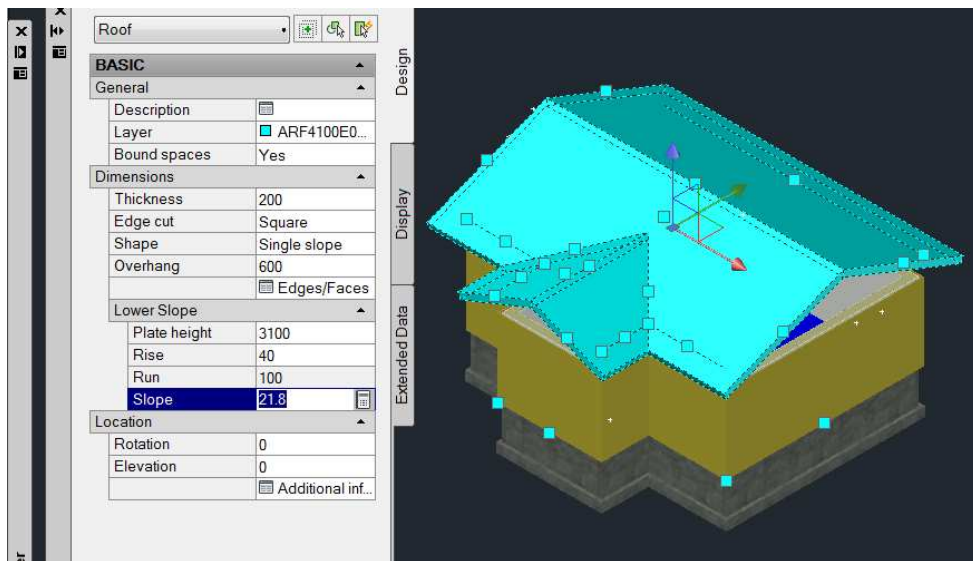
1. *AC*assa nopein tapa katon muodostukseen on aktivoida kaikki seinät ja aktivoita kattotyökalu työkalupaletista (Tool Palettes) hiiren oikealla näppäimellä. Tällöin syttyvän ikkunan kautta valitaan Apply Tool Properties to>Linework and Walls. Ohjelma kysyy poistetaanko kohdistukseen käytettävät seinät, johon painetaan Enter, sillä oletuksena on ei.



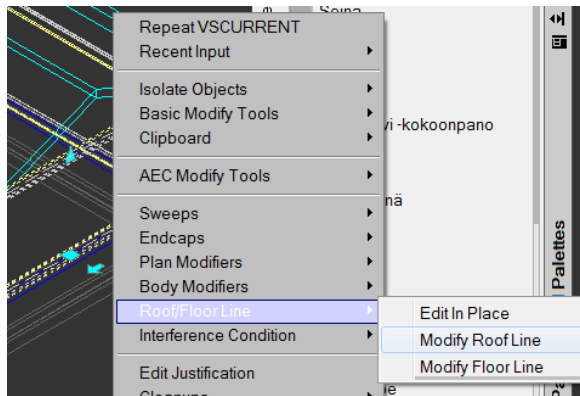
2. Ohjelma tekee katon aumakatto-oletuksilla. Nopein tapa on muuttaa se harjakatoksi tarttumalla harjan kahvaan ja vetää ne reilusti yksi kerrallaan yli lähimmän päätyseinälinjan. Näin päätyaumat muuttuvat harjapäädiksi.



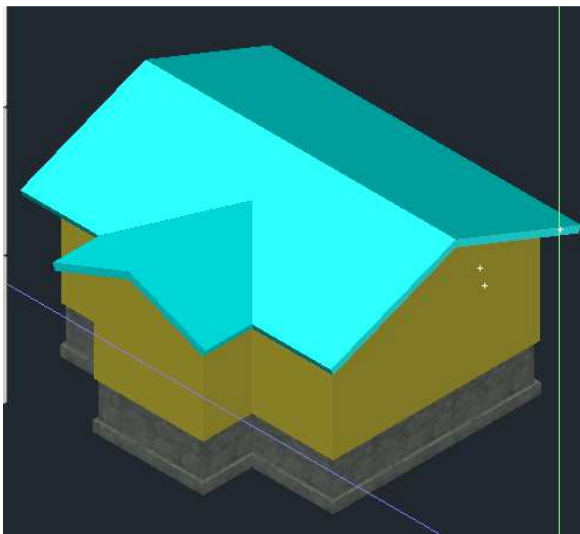
3. Viereisestä ominaisuusikkunasta (Properties) muutetaan vielä mm. seuraavia tietoja. Katon paksuus (Thickness), räystäspituus (Overhang), katon korkeustaso 0-linjasta (Overhang) ja kattokaltevuus (Slope).



4. Tehtyyn kattoon voi nostaa kiinni alla olevat seinät. Aktivoidaan seinät ja hiiren oikeaa näppäintä painamalla syttyvästä valikosta valitaan Roof/ Floor Line>Modify Roof Line –komento.

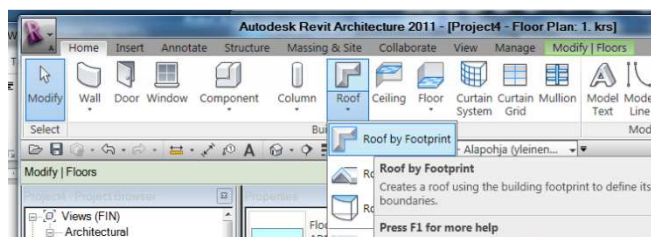


5. Valitaan ilmestyvästä ikkunasta Auto project ja valitaan hiirellä katto-objekti.

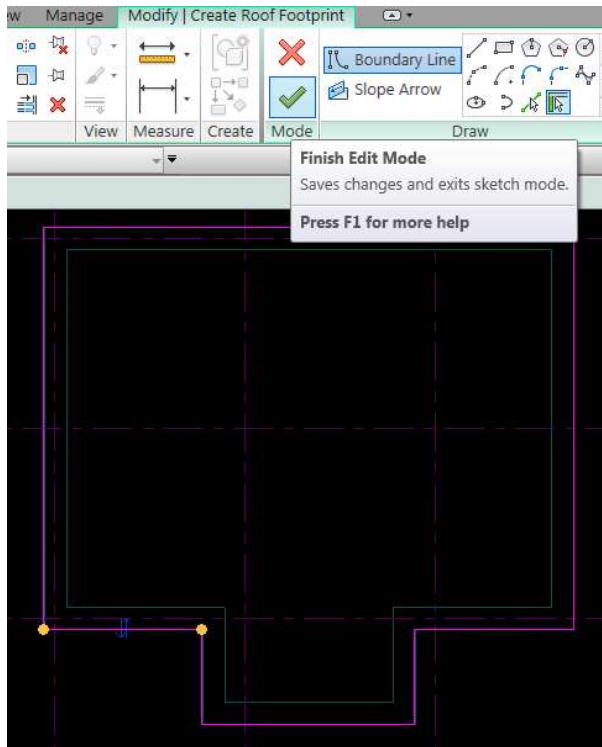


Revit-ohjelmassa sama tapahtuu seuraavasti.

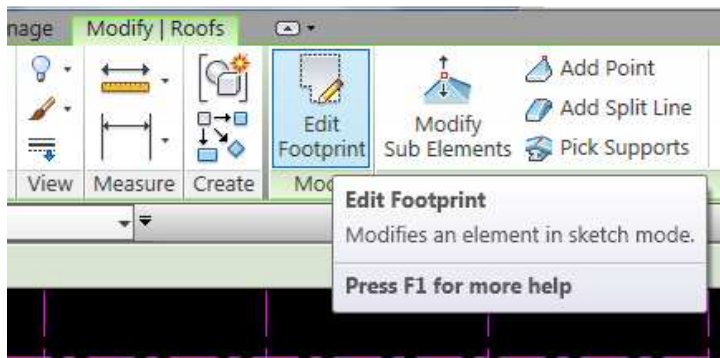
1. Katto-työkalu haetaan Home-valikon kautta.



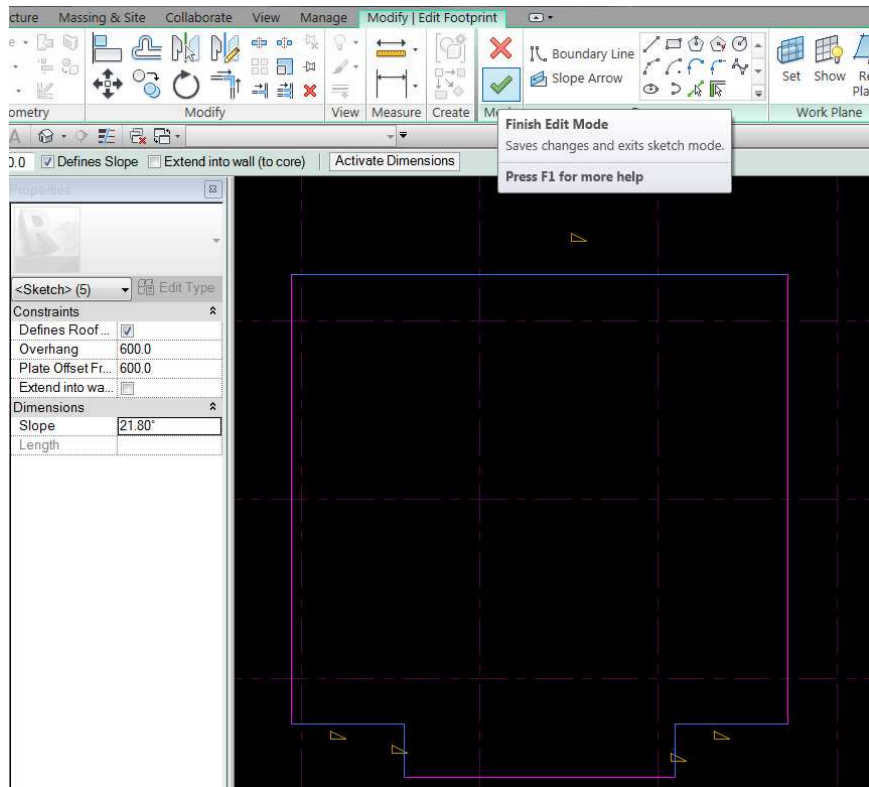
2. Valittaessa Katto-työkalu pohjakuvan ääriviivat himmenee. Alavasemmalla olevan inforivin mukaisesti valitaan seinät yksi kerrallaan ja viimeistellään toimenpide painamalla Finish Edit Mode – painiketta.



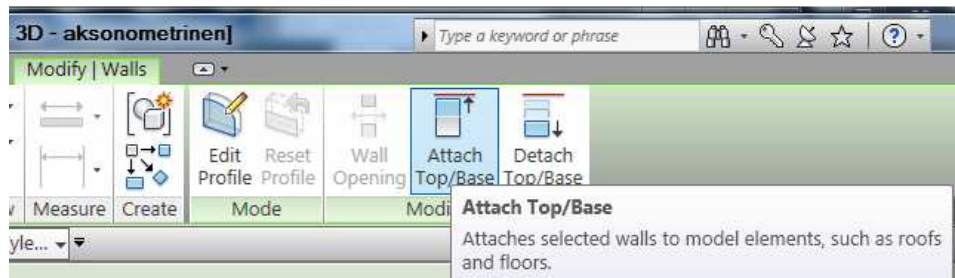
3. Muutetaan aktiivisena oleva katto ominaisuusikkunan (Properties) Base level –kohdassa tasoon vesikatto.
4. Katto on oletusarvoillaan laattana. Kattolappeet muodostetaan Edit Footprint–komennolla.



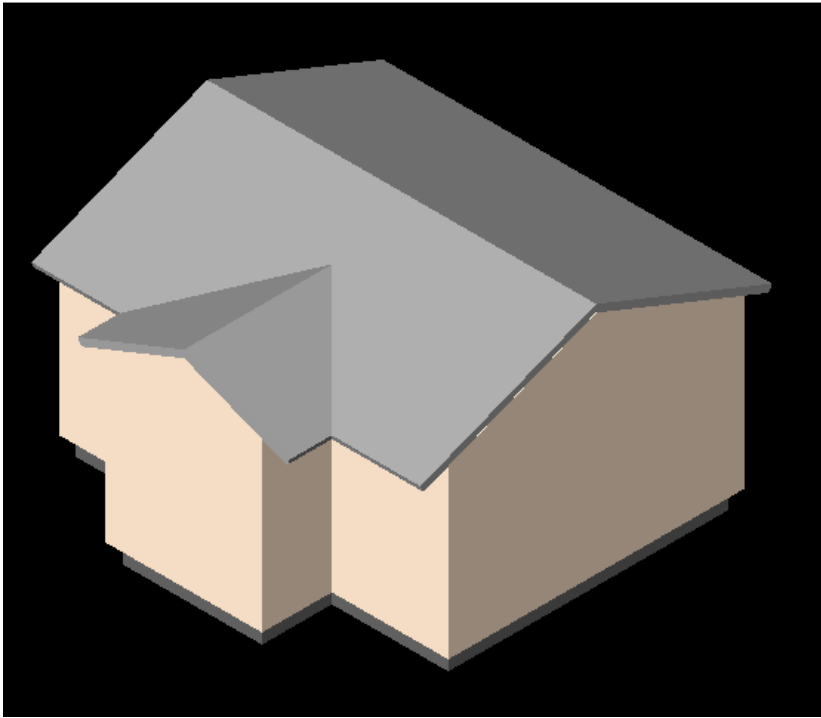
5. Napsautetaan hiirellä katon lappeiksi haluttuja sivuja Ctrl-näppäin pohjassa ja Properties-ikkunaan kohtaan Defines Roof Slope lisätään ruksi. Tällöin voidaan samalla määrittää alapuolella olevaan Slope-kohtaan kattokaltevuus. Ikkunaan voi määrittää räystäspituuden ja korkeustason ACAn tapaan. Toiminto lopetetaan Finish Edit Mode –käskeillä.



6. Tehtyyn kattoon voi nostaa kiinni alla olevat seinät. Aktivoidaan seinät ja Modify Walls –valikosta Attach Top/Base –komennolla klikataan katto-objektia.

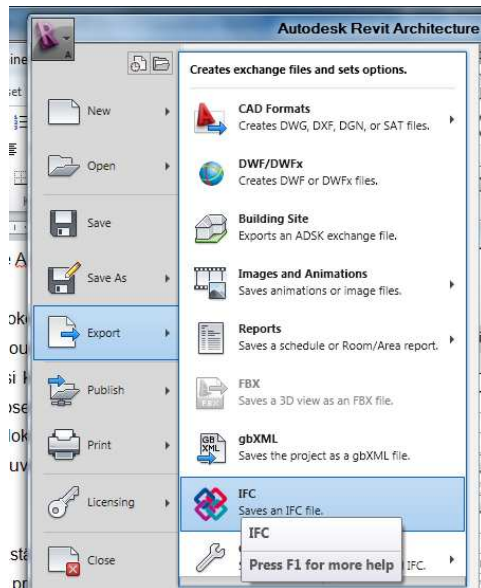


6. Lopputulos

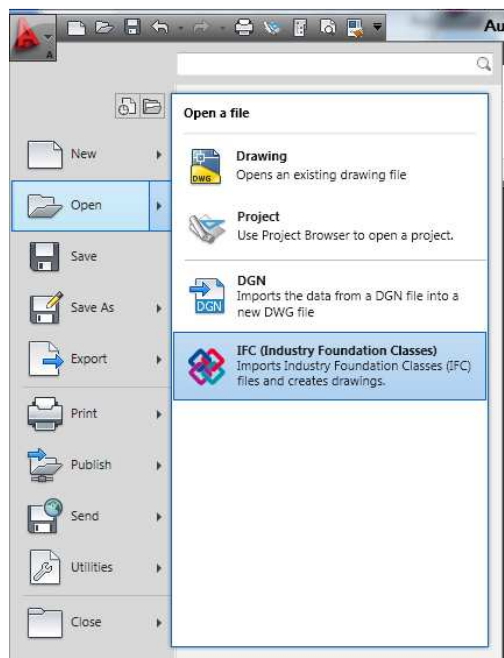


Liite 10 Tietomallin siirtäminen *Revit* Architecture –ohjelmasta *AutoCad Architecture* -ohjelmaan

1. Projekti tallennetaan Export-toiminnon kautta IFC-muotoon. Tallennus *Revit*-tapahtuu automaattisesti ilman lisätoimenpiteitä.



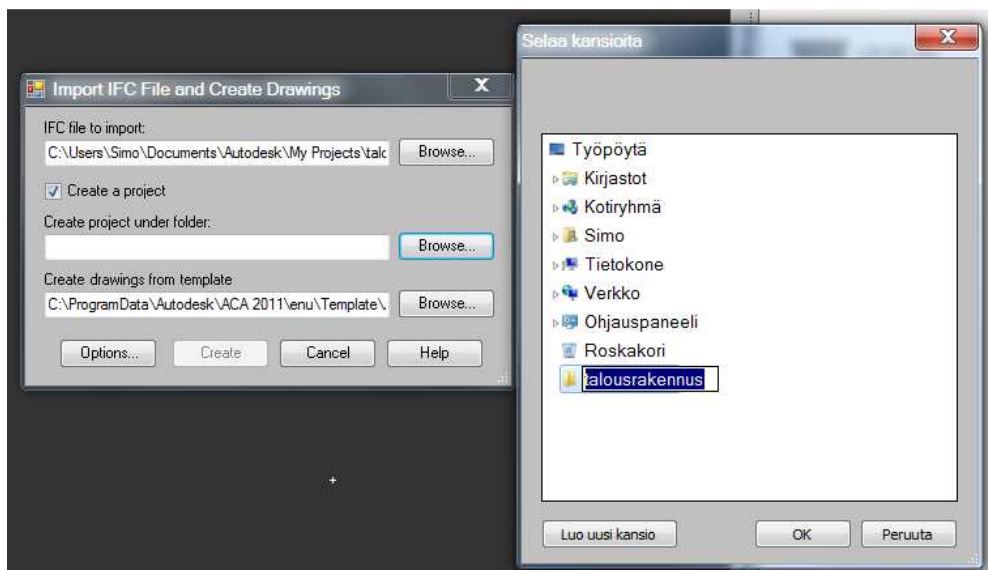
2. Projekti avataan ACAn puolella Open > IFC–komentojen kautta.



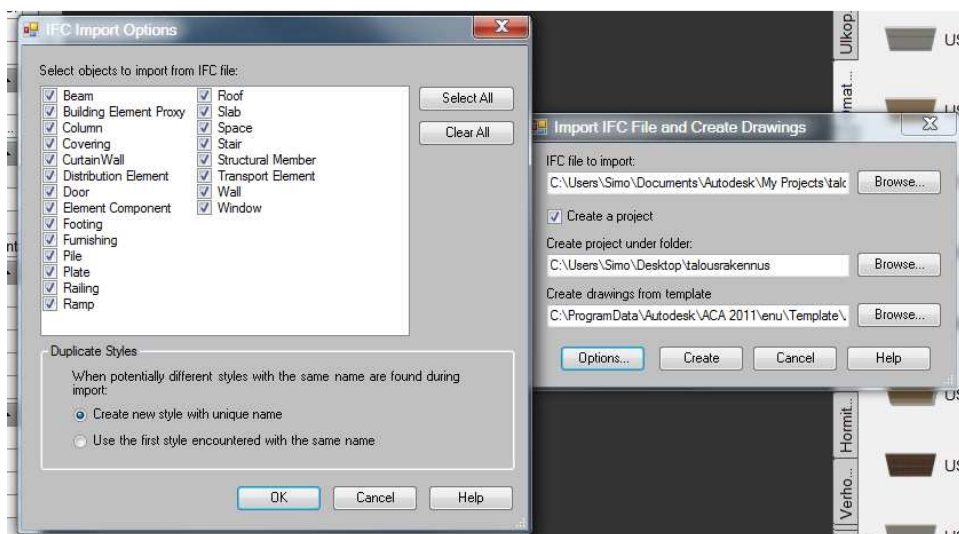
3. Syttyy Import IFC–taulu, jonka ylimmälle riville haetaan *Revit*issä tallennettu IFC –tiedosto, lisätään ruksi kohtaan Create a project, sekä nimetään luotava tiedosto.



4. Create project under folder –kohdasta napsautetaan kohtaa Browse. Selaa kansioita ikkunaan luodaan kansio ja annetaan sille haluttu nimi ja paina OK.



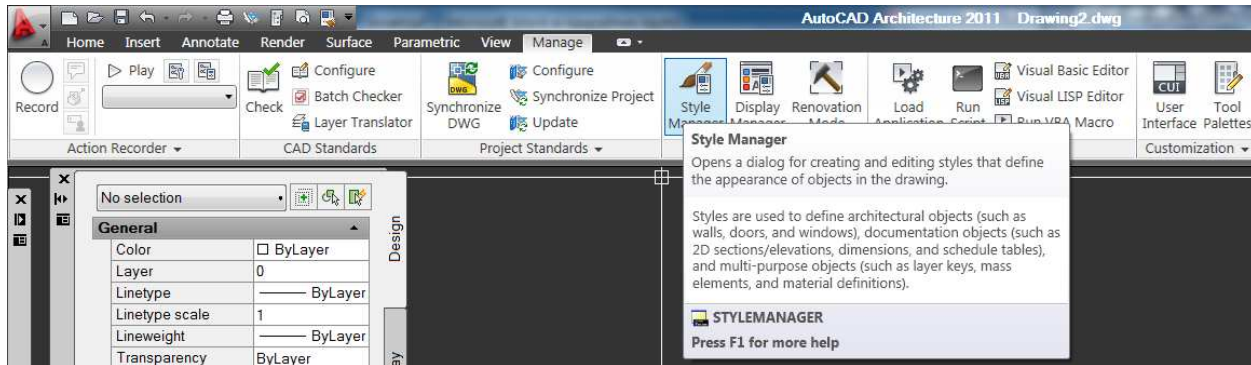
5. Options–ikkunan kautta voit halutessasi rajata avattavia objekteja. Sulje Options –ikkuna ja paina Create–painiketta.



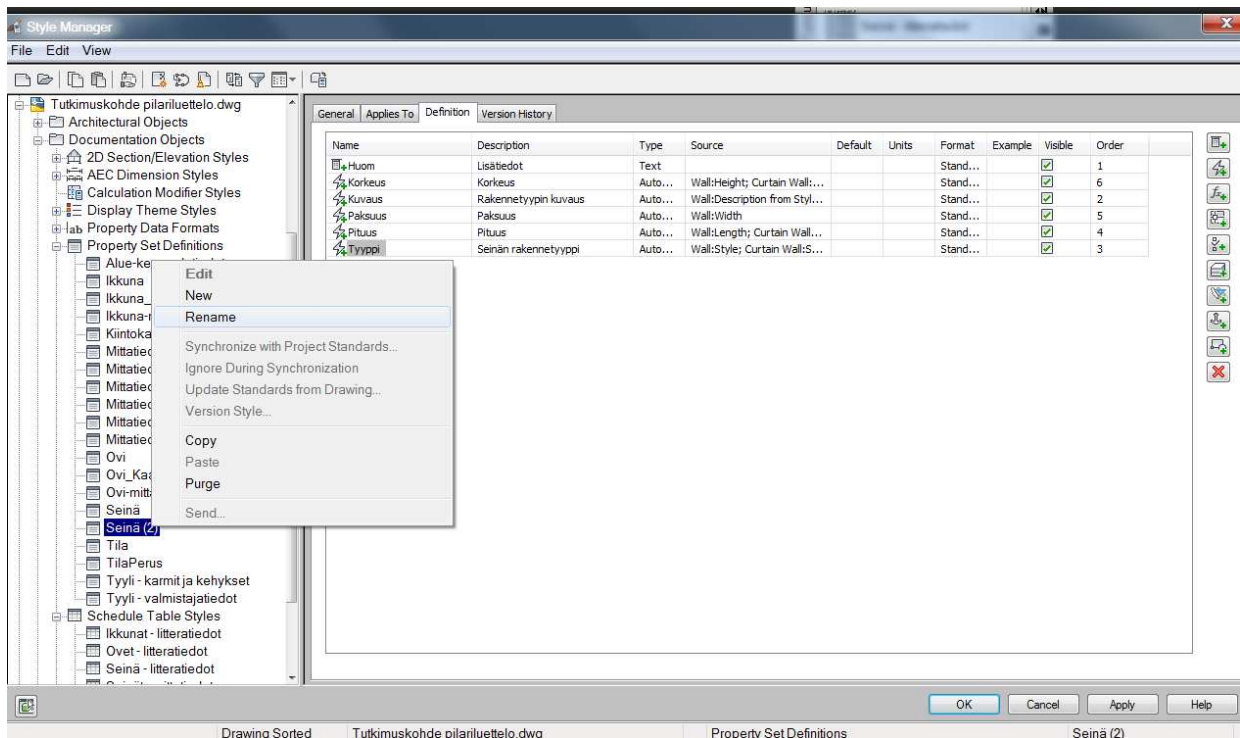
ACA lataa Revitissä tehdyn projektin, jota voi hallita Project Navigatorin avulla.

Liite 11 Uuden luettelon tekeminen *AutoCad Architecture* –ohjelmalla

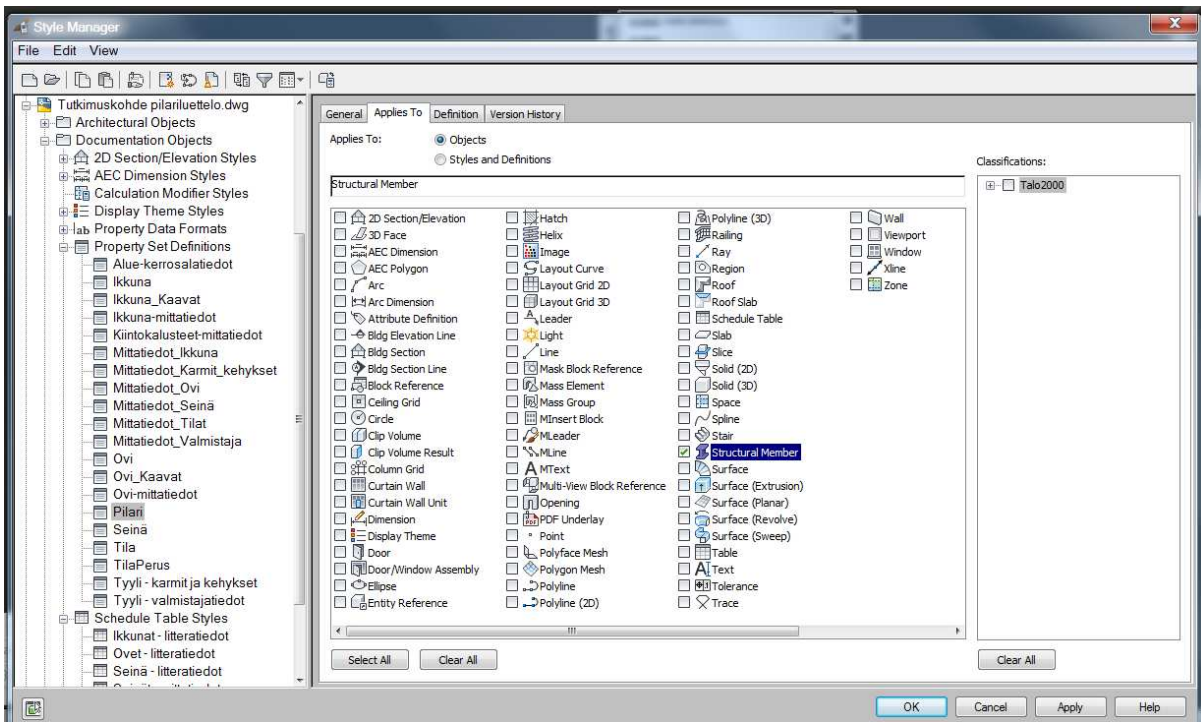
1. Tehdään Pilarit-mittatiedot –luettelo. Avataan valikosta Manage>Style Manager



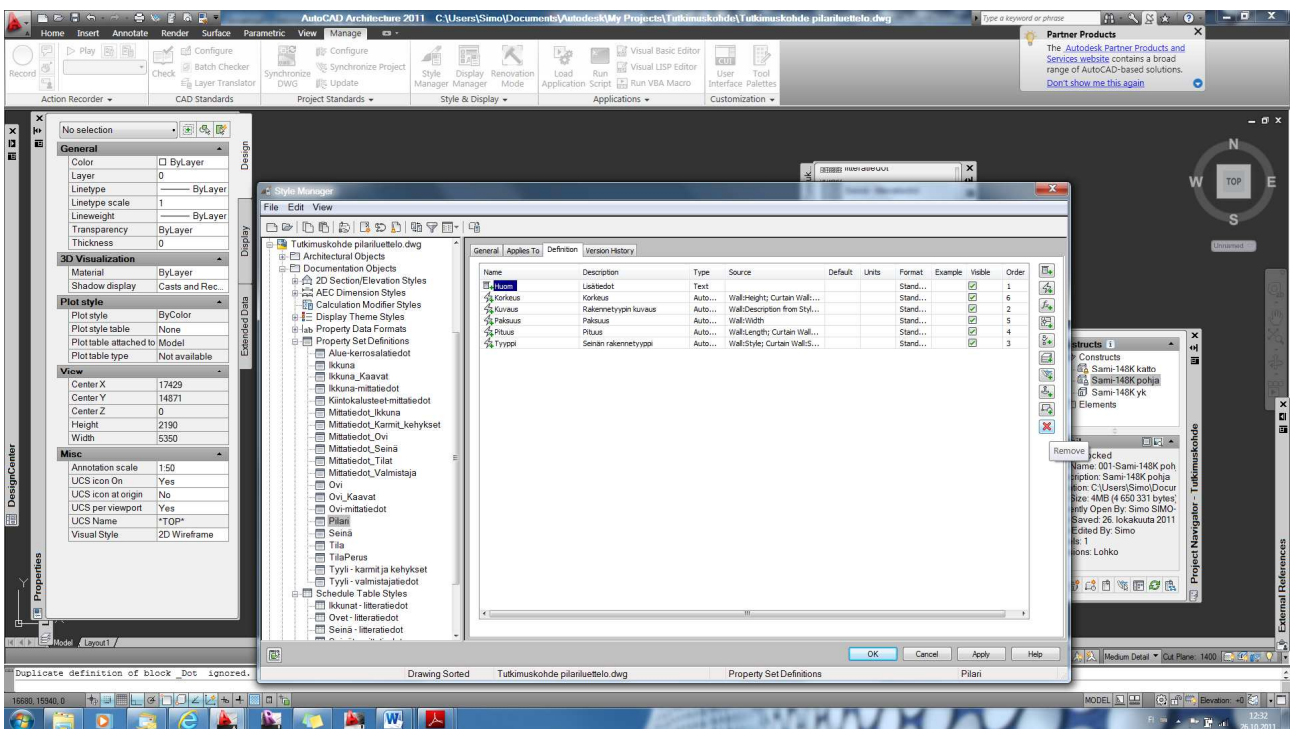
2. Kopioidaan Avatun kuvan alta Property Set Definitions –kansio ja kopioidaan Seinä –luettelo-ominaisuudet ja nimetään ne uudestaan nimelle Pilari.



3. Poistetaan Applies to –välilehdeltä ”täpät” Walls- ja Curtain Walls –kohdasta ja lisätään uusi ”täppä” kohtaan Structural Member, samalla annetaan Talo 2000 –nimikkeistön mukainen numeroarvo.



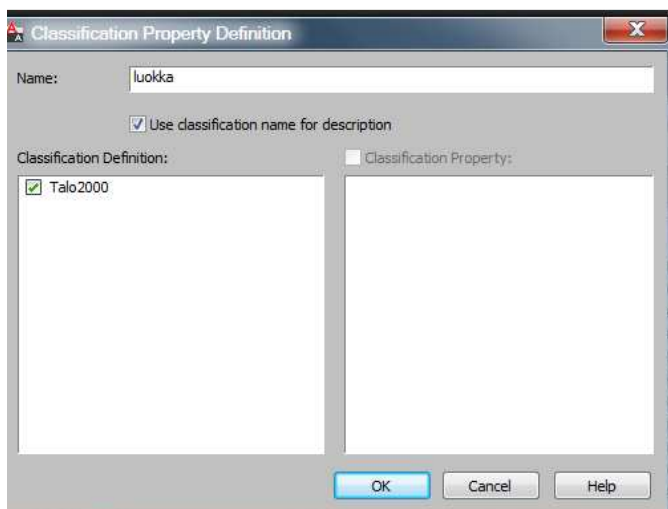
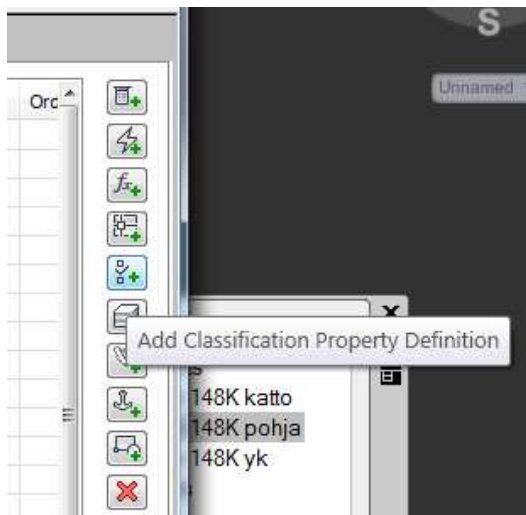
4. Definition-välilehdellä poistetaan seinille osoitetut parametrit.



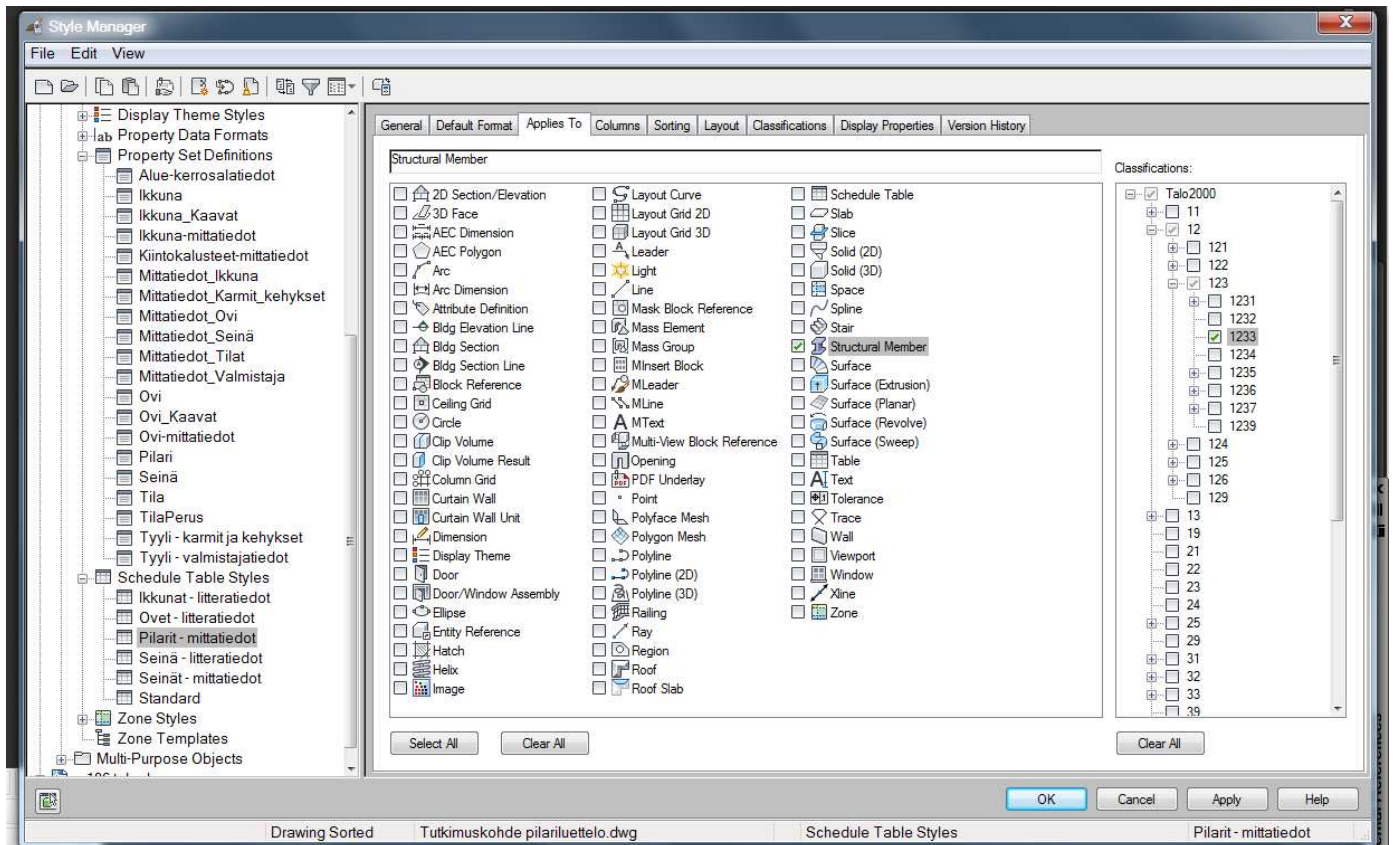
5. Painetaan oikeassa laidassa olevaa Add Automatic Property Definition – nappia ja valitaan avautuvasta ikkunasta halutut rakenneosille suunnatut parametrit. Painetaan OK:t.



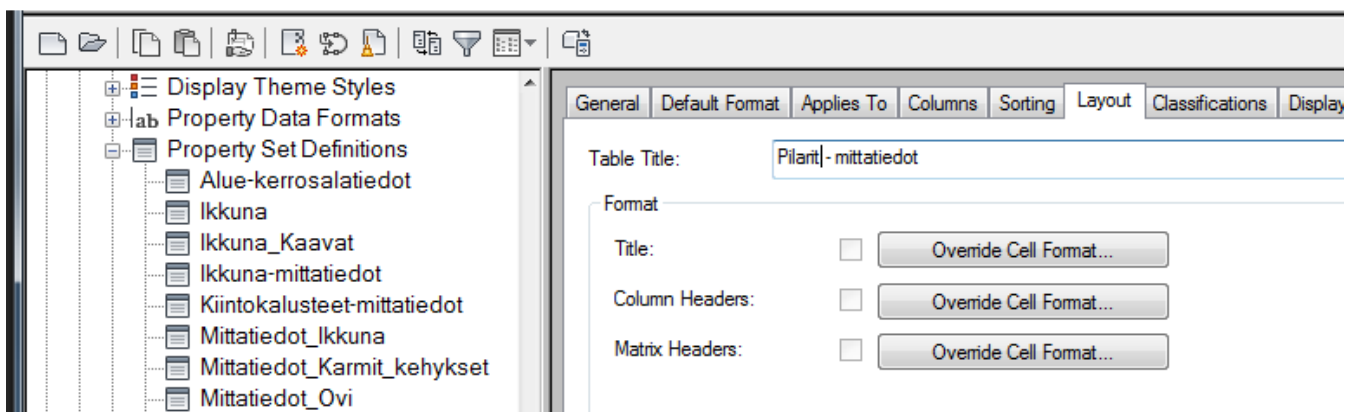
6. Tehdään samat toimenpiteet Mittatiedot_Seinä –kansiolle ja nimetään se Mittatiedot_Pilariksi.
7. Definition-välilehdellä noudetaan Talo 2000 –parametri ja nimetään se vaikka luokaksi.



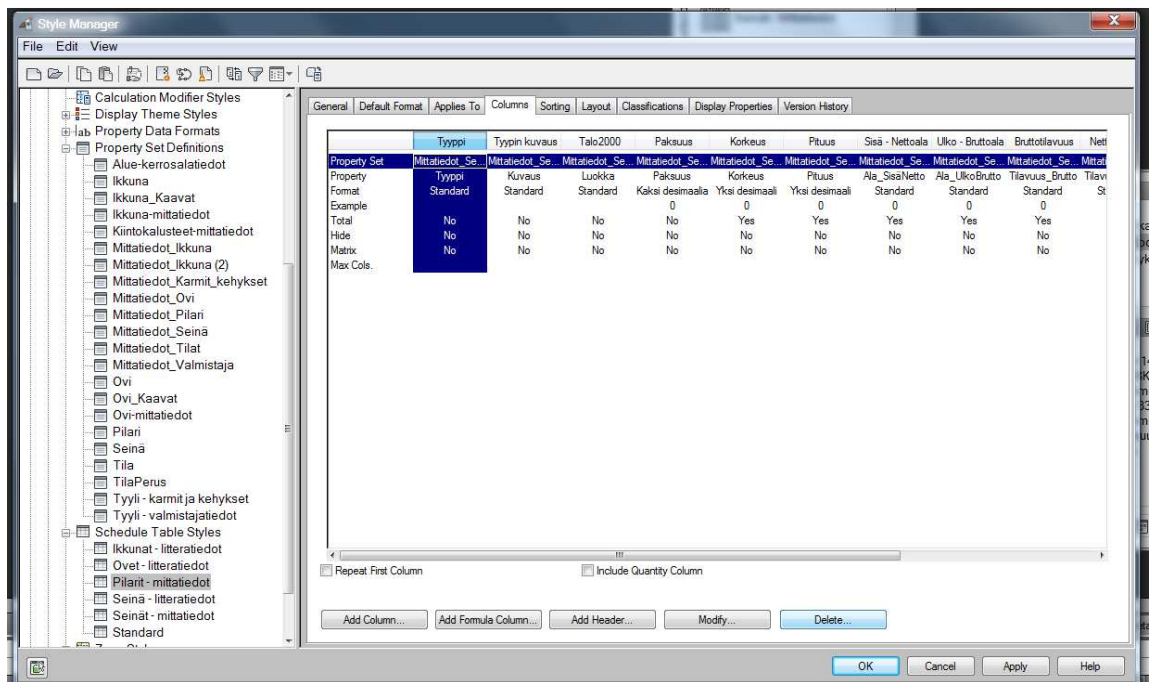
8. Siirrytään Schedule Table Styles juureen ja kopioidaan siellä oleva luettelotyyli Seinät-mittatiedot kohta ja nimetään se Pilarit-mittatiedoksi.
9. Applies to välilehdellä siirretään taas ”täppä” Structural Member –kohtaan ja annetaan Talo 2000 –nimikkeistön mukainen numeroarvo



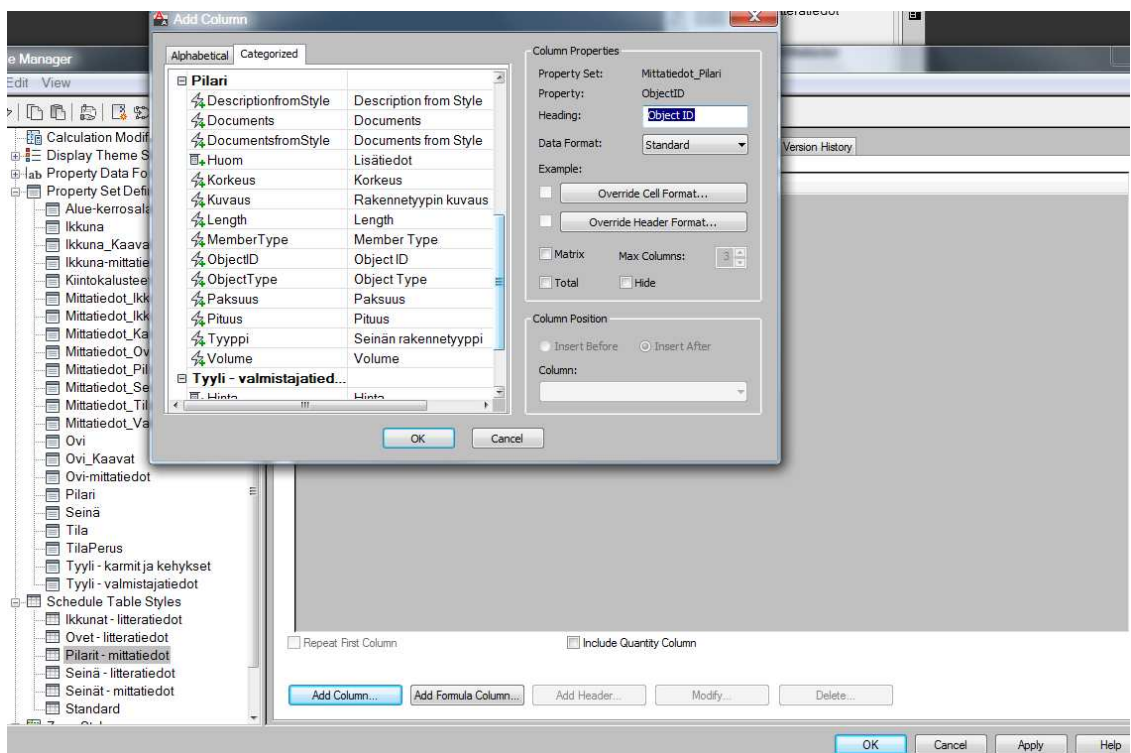
10. Nimetään layout-lehdelle oikea luettelonimi...



11. Poistetaan Columns-lehdellä seinien kaikki parametrit...

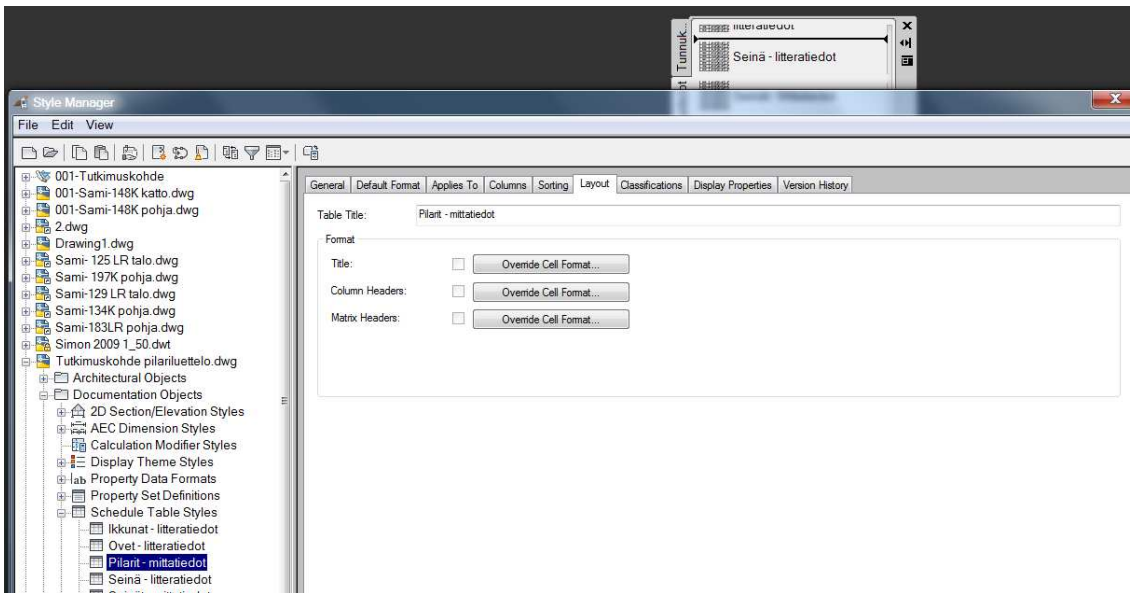


12. Painetaan Add Column... ja valitaan luettelonäkymään halutut parametrit.



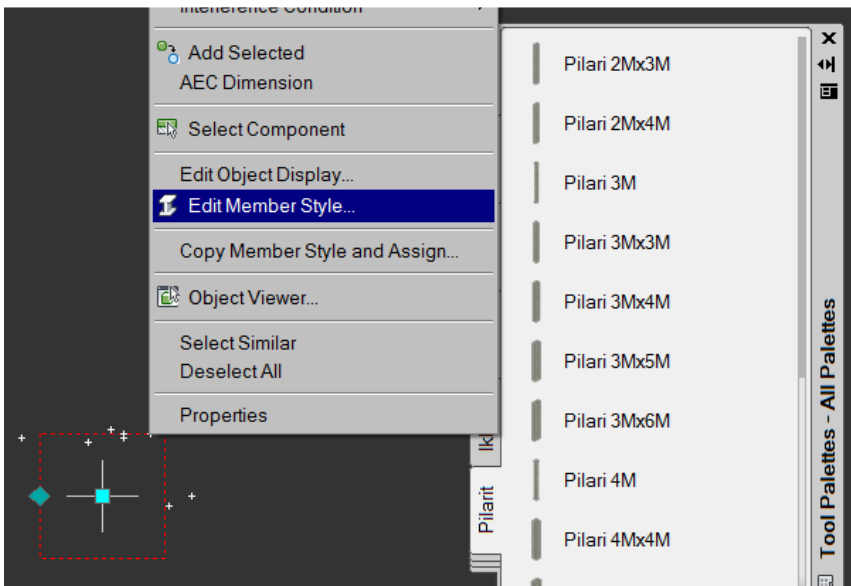
13. Lopuksi voidaan tehty luettelotyökalu Pilarit-mittatiedot siirtää vetämällä työpöydällä olevaan työkalupalettiin Luettelot-välilehdelle. Aktivoidaan hiirellä

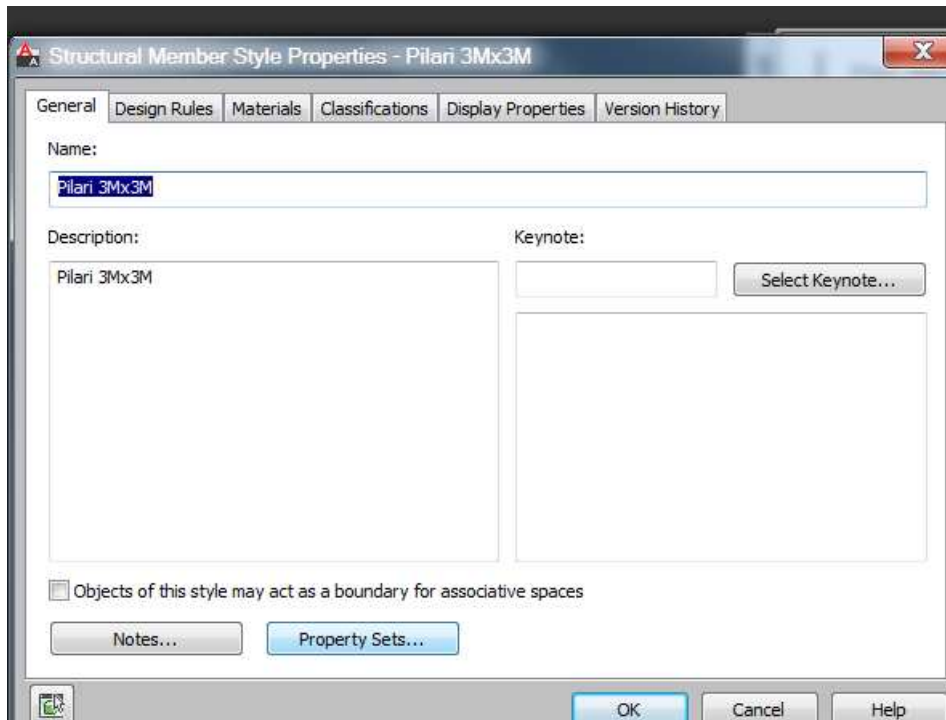
tehty luettelokansio ja vedetään se painamalla hiirtä yhtäjaksoisesti taustalla näkyvän työkalupaletin päälle ja vapautetaan hiiri.



Painetaan vielä ok.

Mallinnetaan vaikka Pilari 3Mx3M. Aktivoidaan se hiirellä ja painetaan hiiren oikeaa näppäintä. Valitaan valikosta Edit Member Style ja painetaan General-lehdeltä Property Sets –nappia.

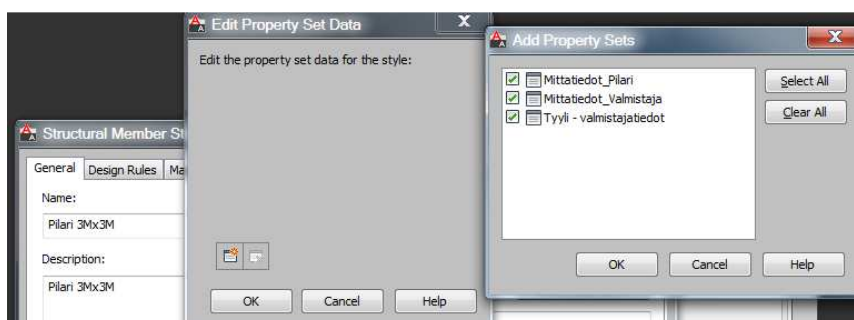




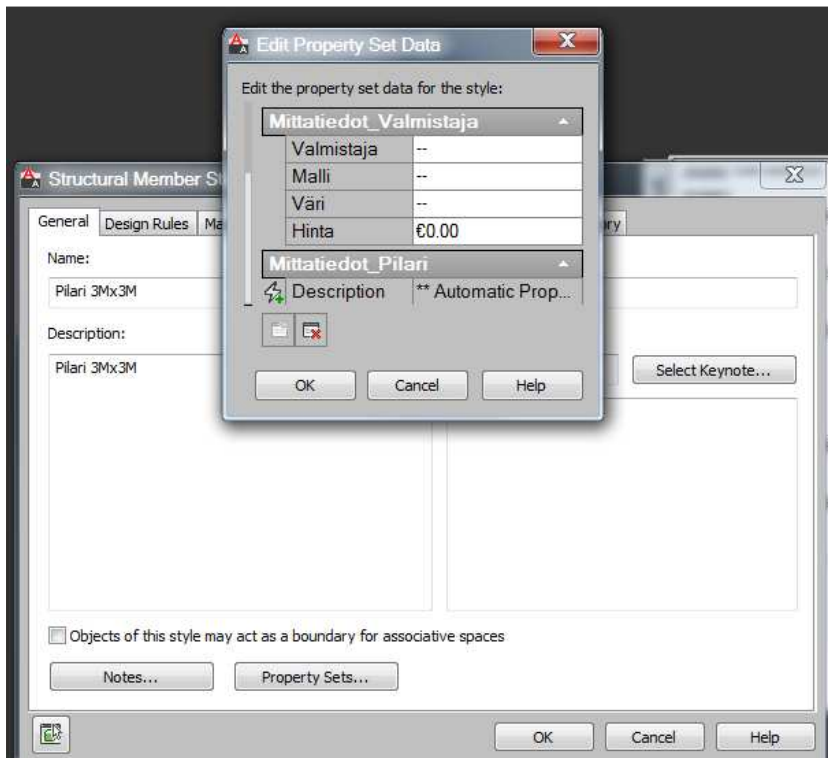
Esiin tulleesta ikkunasta painetaan Add Property Sets -kohtaa.



Painetaan OK.



Tietoja halutessa voi täydentää... Painetaan lopuksi OK:t

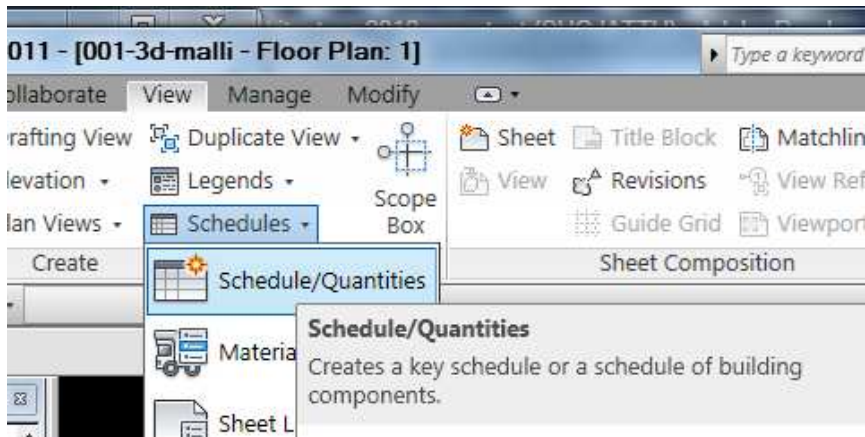


Lopputulos: Tehdyllä Pilari-mittatiedot –työkalulla toteutettu luettelo. Parametreja voi vaihtaa ja muokata Edit Schedule –komennolla Columns-välilehdellä.

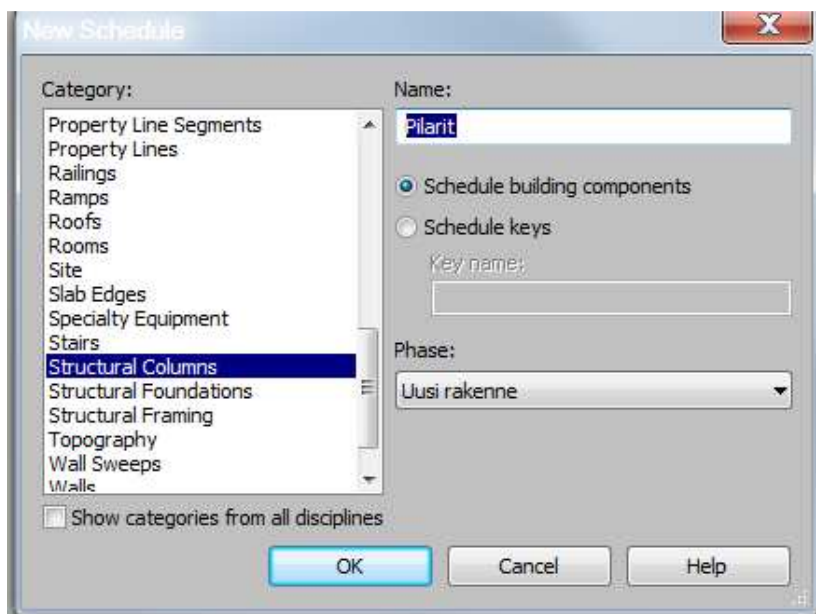
Pilarit - mittatiedot					
Objektin kuvaus	Tyyppi	Talo2000	Pituus	m3	
Structural Member	Pilari 3Mx3M	12522	3000	.234	
Structural Member	Pilari 4Mx4M	12522	3000	.432	
			6000	.666	

Uuden luettelon luominen *Revit*illä.

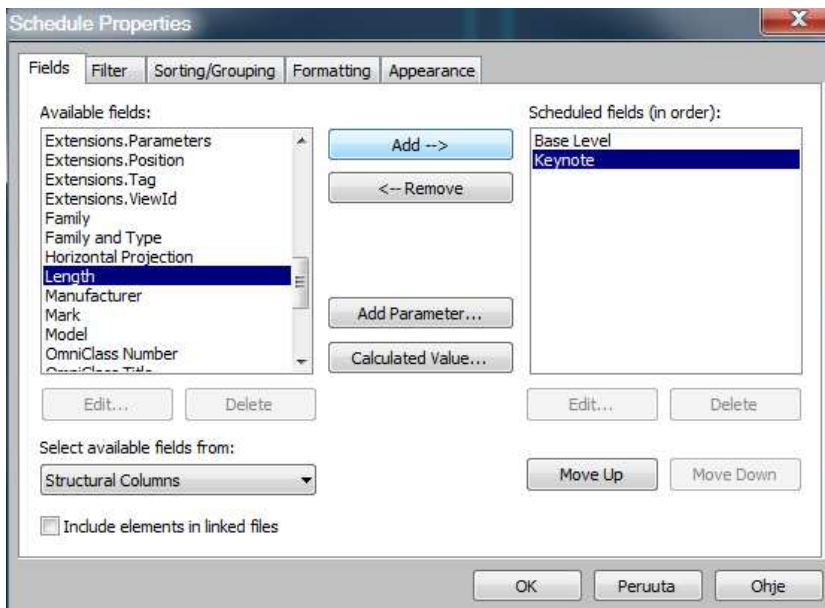
1. View-valikon kautta valitaan Schedule/Quantities.



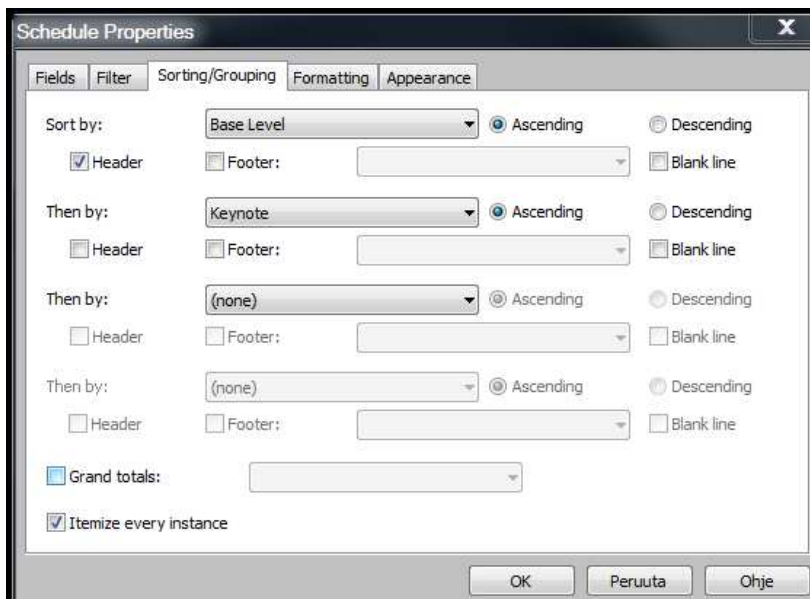
2. Avautuneen ikkunan Category-luettelosta valitaan mistä aiheesta luettelo tehdään. Tehdään Pilari-luettelo, joten valitaan Structural Columns. Annetaan luettelolle nimi Pilarit ja painetaan OK.



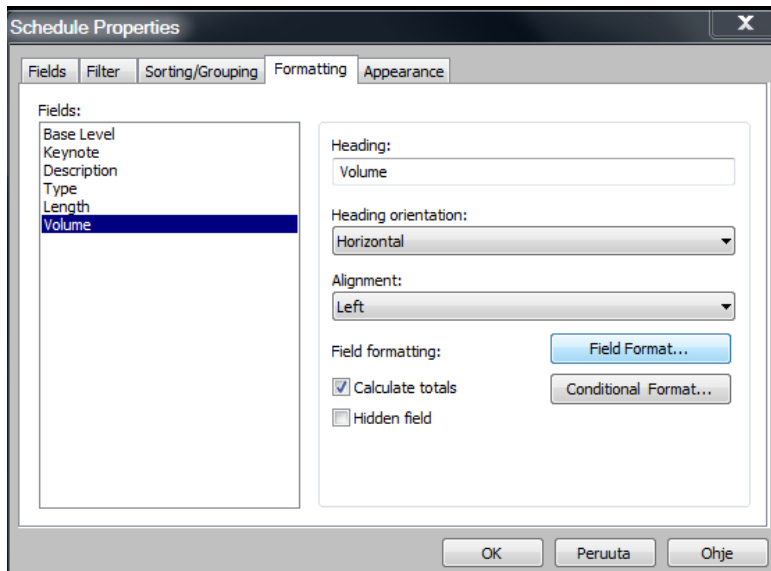
3. Schedule Properties -ikkunassa valitaan Fields-välilehdellä halutut kentät yksi kerrallaan ja siirretään ne tulevaan luettelonäkymään Add-painikkeella.



4. Sorting/Grouping –välilehdellä asetetaan kentä vielä eräänlaiseen tärkeysjärjestykseen. Header-kohdan rastitus vaikuttaa luettelossa otsikkorivin muodostumiseen, kun kyseinen arvo vaihtuu.



5. Seuraavaa Formating-lehdellä voi tehdä valinnat yhteenlaskettavista kentistä ja painamalla Field Format –nappia voi edelleen tarkentaa desimaalit, yksiköt jne.

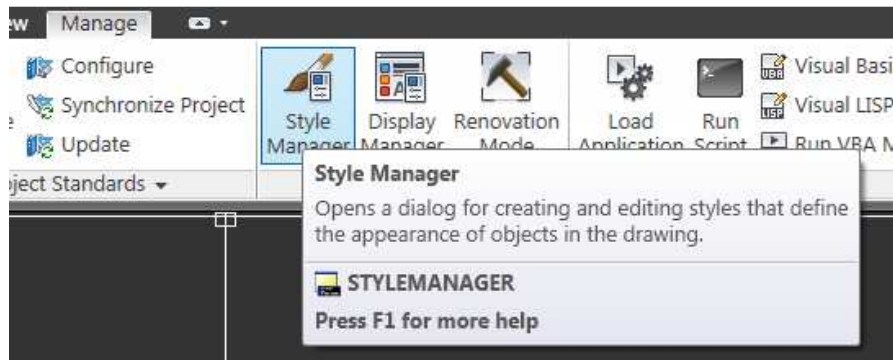


Lopuksi painetaan OK, jolloin tehty Pilarit-luettelonäkymä avautuu. Kentät voi suomentaa suoraan luetteloon ja itse luetteloa voi muokata Properties-paletin Edit-toiminnoilla.

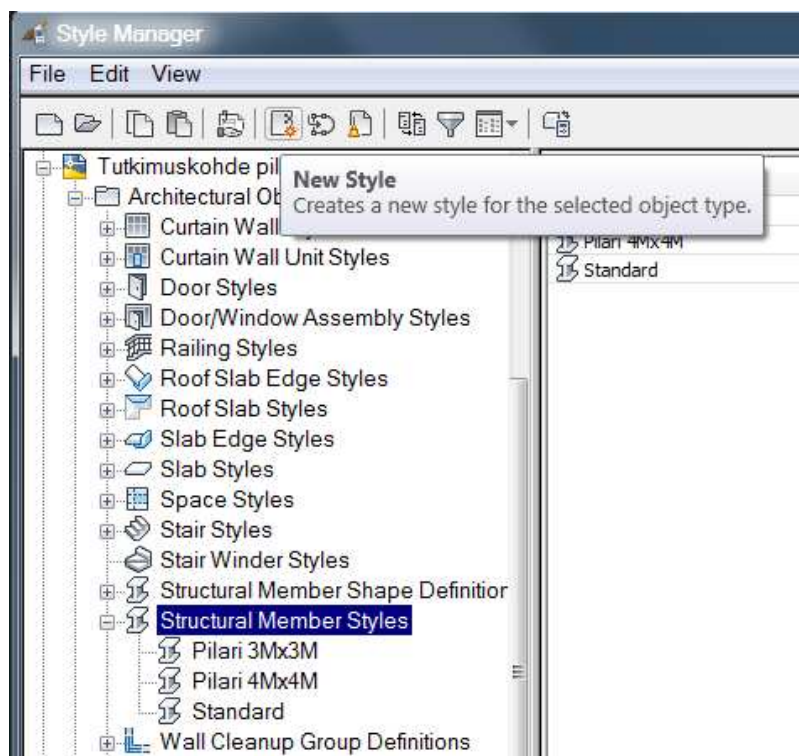
Pilarit						
Kerros	Talo 2000	Kuvaus	Tyyppi	Length	Volume	
1						
1	12522	Liimapuupilari	140x140	3040 mm	0.06 m ³	
1	12522	Liimapuupilari	140x140	3040 mm	0.06 m ³	

Liite 12: Uusien pilareiden ja palkkien teko *AutoCad Architecture* –ohjelmalla

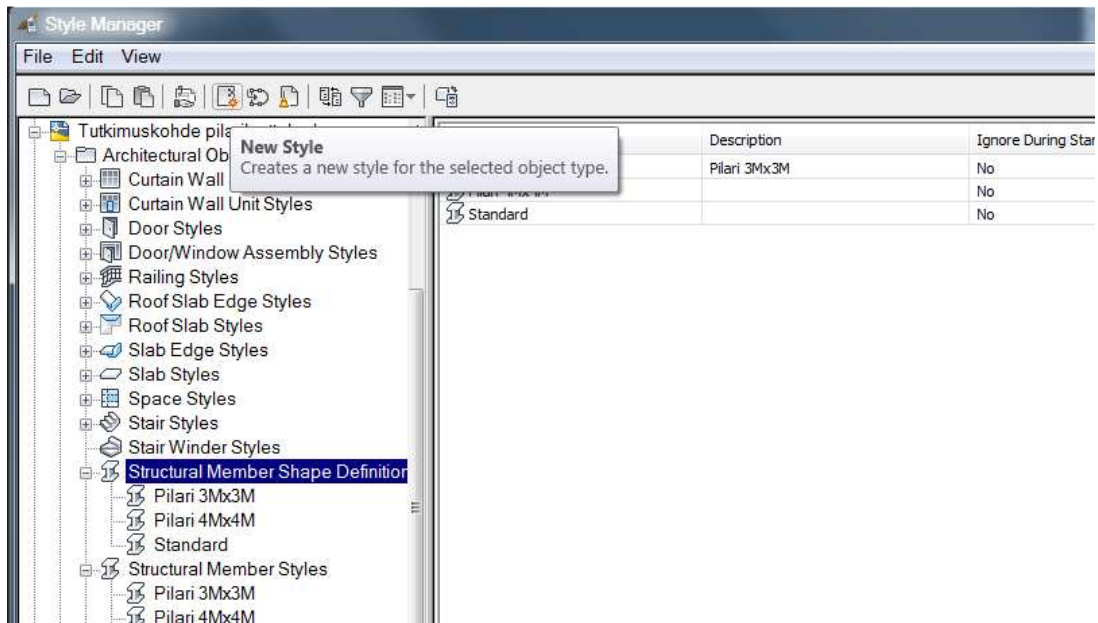
1. Tehdään ensin työpöydälle Pline-komennolla 140 mmx 140 mm suljettu neliö.
2. Avataan valikosta Manage>Style Manager



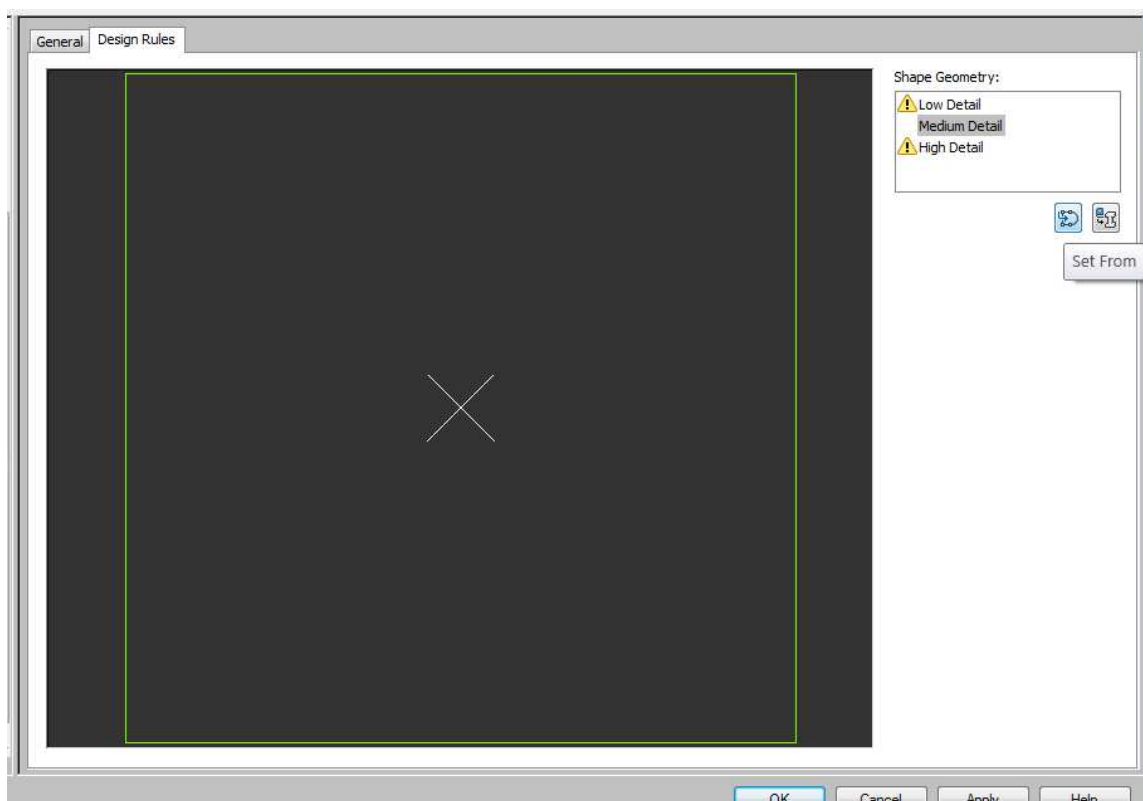
3. Aktivoidaan Architectural Objects –kansion alta Structural Member Styles –kansio ja painetaan ikkunan yläreunassa olevaa New Style –painiketta ja annetaan uudelle pilarille nimi Pilari LP 140x140.



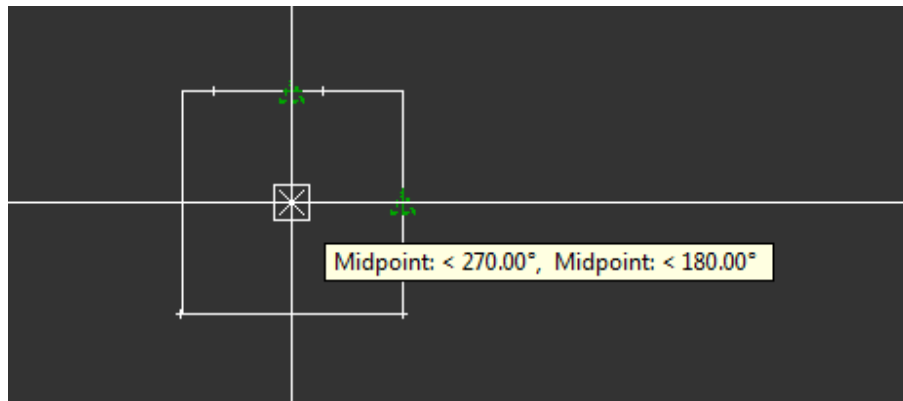
4. Aktivoidaan seuraavaksi Structural Member Shape Definition –kansio ja toistetaan edellä tehty.



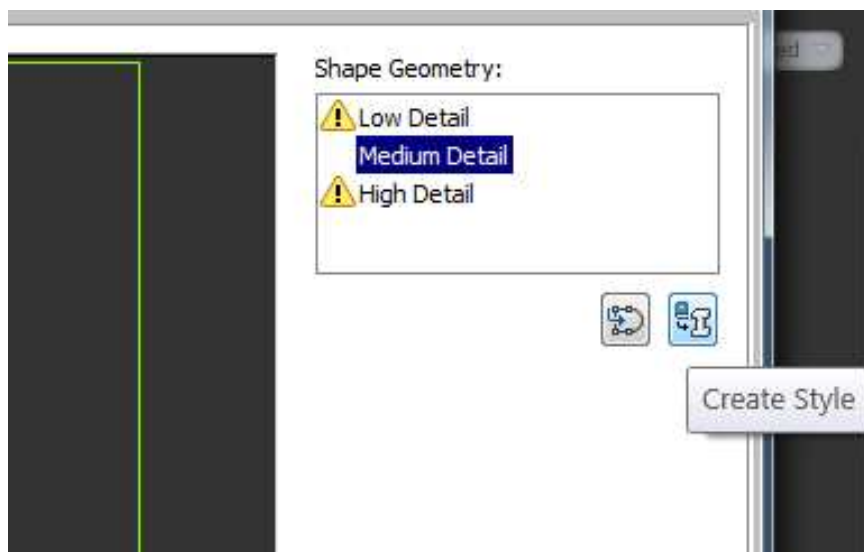
5. Avataan tämä viimeksi tehty muototyyli kaksoisnapauttamalla sitä. Design Rules –näkyessä painetaan oikealla sivulla olevaa Set Form –näppäintä.



6. Siirrytään työpöydälle noutamaan Pline-komennolla tehdyn neliön. Ohjelma pyytää valitsemaan samalla tartuntapisteen.

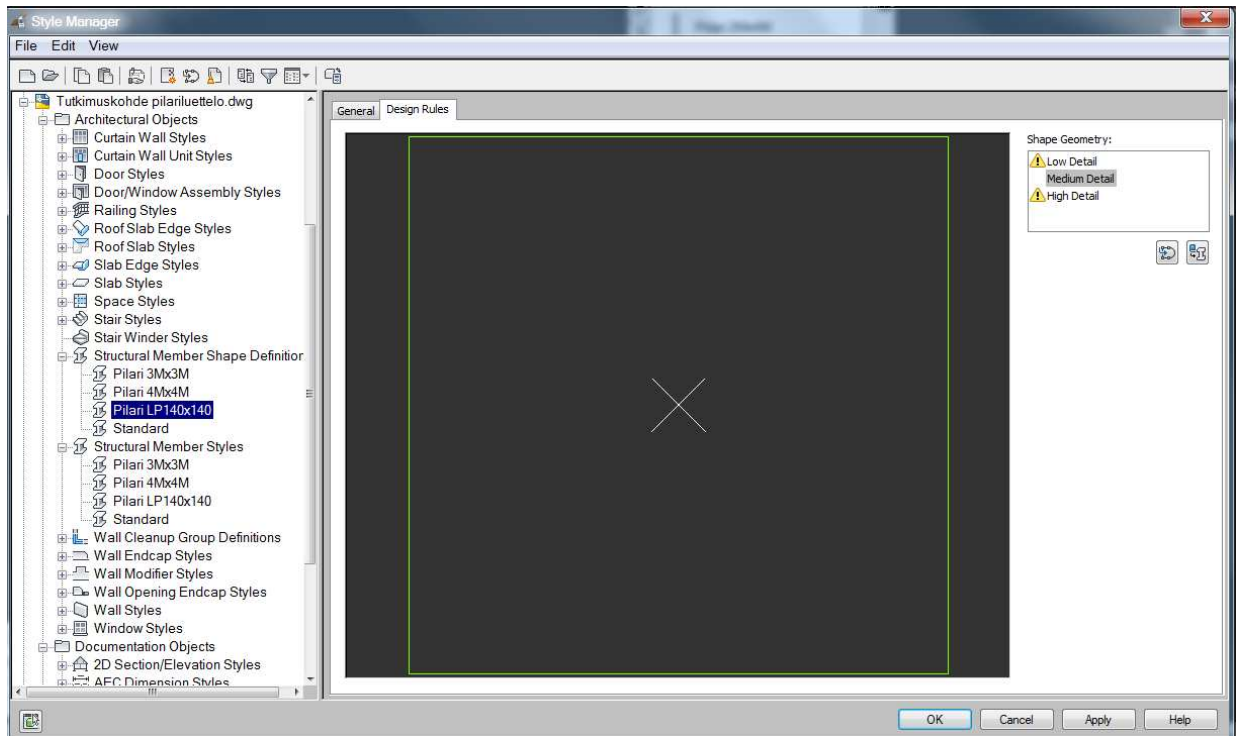


7. Tämän jälkeen siirrytään takaisin Design Rules –näkömään jossa painetaan Create Style –painiketta.

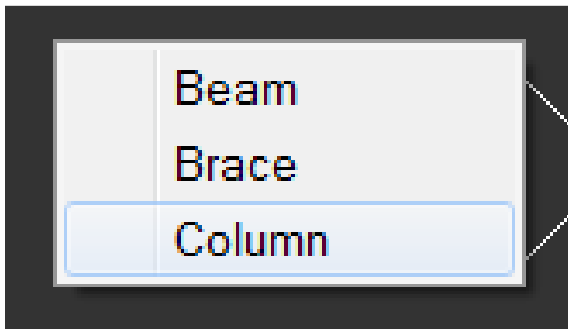


Ohjelma varmistaa vielä tyyli nimen, jonka voi kuitata OK.

8. Lopuksi voidaan tehty Pilari-työkalu siirtää vetämällä työpöydällä olevaan työkalupalettiin Pilarit-välilehdelle. Aktivoidaan hiirellä tehty pilarityyli ja vedetään se painamalla hiirtä yhtäjaksoisesti taustalla näkyvän työkalupaletin päälle ja vapautetaan hiiri.



Näyttöön vielä ilmestyy pieni ikkuna, josta valitaan onko kyseessä palkki, runkotolppa vai pilari. Valitaan Column.

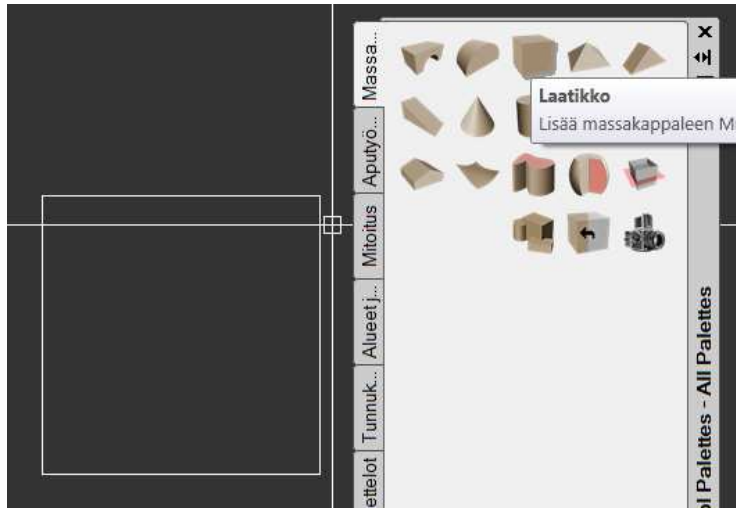


Palkki- ja runkotolppatyökalun teko tapahtuu samalla tavalla.

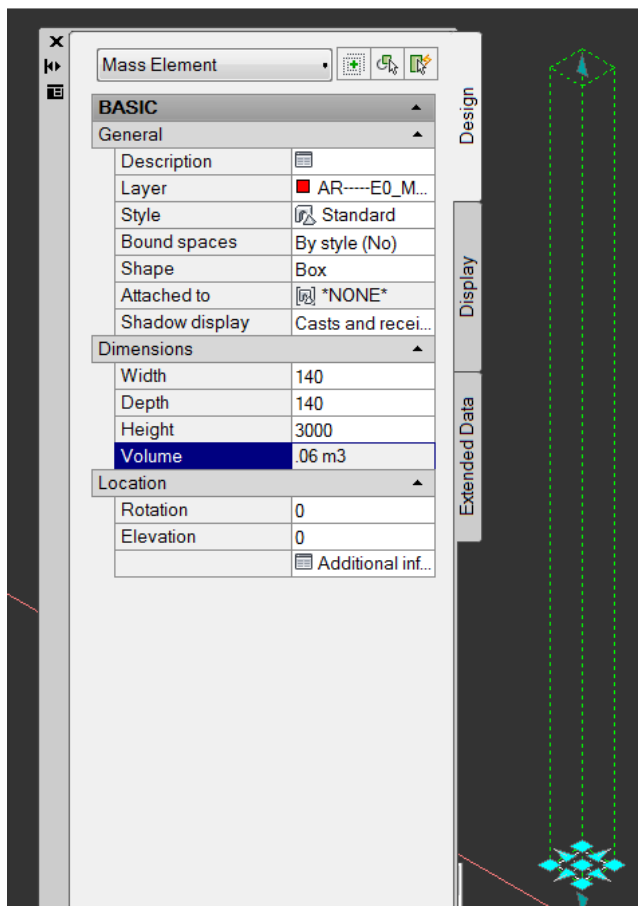
Tehty pilari kannattaa tallentaa omaan kansioon C:n juureen, johon voi koota kaikki muutkin itse tehdyt objektit ja symbolit.

Toinen vaihtoehto on mallintaa pilarit ja palkit massakappaleina.

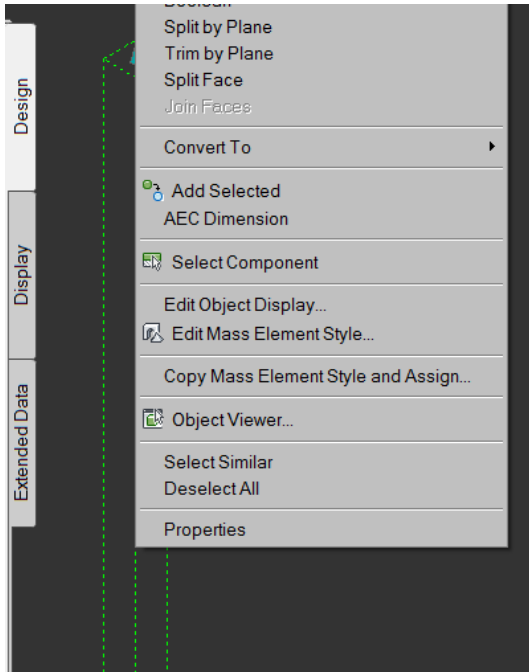
1. Esimerkiksi edellä muodostetun kaltaisen pilarin voi muodostaa vastaavalla tavalla piirretyn neliön myötäisesti Työkalupaletin Massatyökalun Laatikko-massakappaleella.



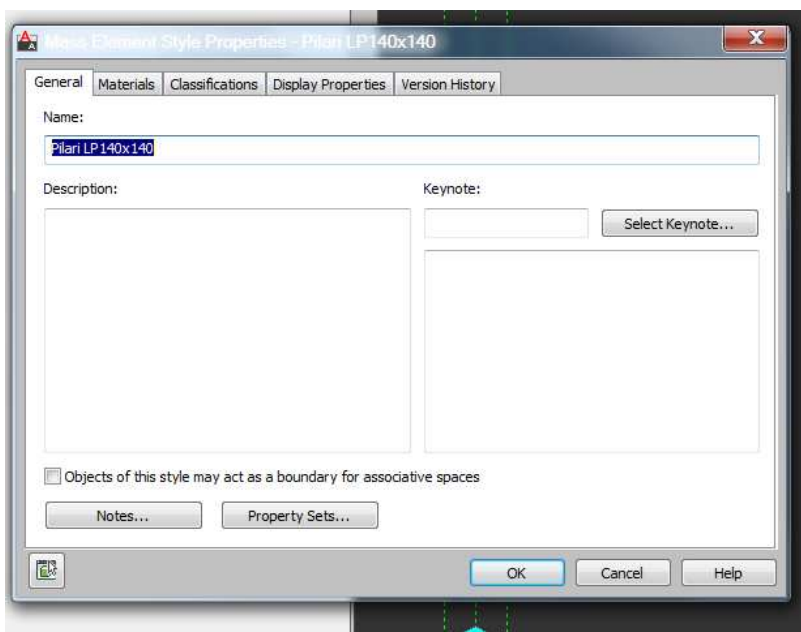
2. Massakappaleena mallinnettu pilari antaa myös Properties-ikkunassa olennaimman tiedon.



3. Massakappaleelle kannattaa antaa oma tyyli (Style), jolloin massakappaleet ovat paremmin hallittavissa ja eroteltavissa toisistaan. Aktivoidaan pilari, hiiren oikealla näppäimellä syttyvästä valikosta valitaan Copy Mass Element Style and Assign..



4. General-väילהdellä kappaleelle annetaan uusi nimi ja Classifications-lehdellä annetaan Talo 2000- järjestelmän mukainen koodi. Materials- lehdellä voi vaikuttaa Realistic-näkymässä näkyvään pintamateriaaliin/ sävyyn.



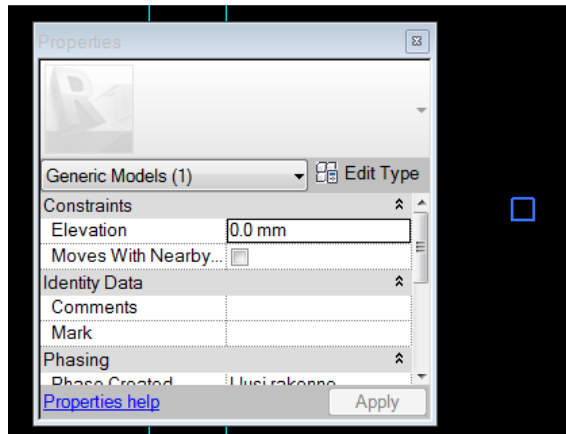
5. Lopuksi painetaan OK ja uusi pilarityyli on valmis.

Massapilareista tehty luettelo.

Pilarit - mittatiedot					
Tyyppi	Talo2000	Leveys	Syvyys	Korkeus	m3
Pilari LP	12522	140	140	3000	.059
Pilari LP	12522	115	115	3000	.04
					.098

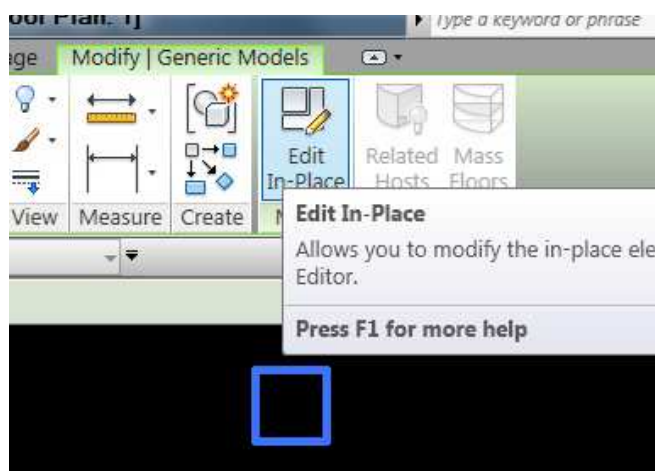
Ohessa on vielä tutkittu *Revit*in siirrettyjen pilareiden luettelotiedoista.

1. ACAsta IFC- muodossa *Revit*in siirretyn tietomallin pilarit ovat Generic Models –olotilassa. Niistä ei löydy tietoa.

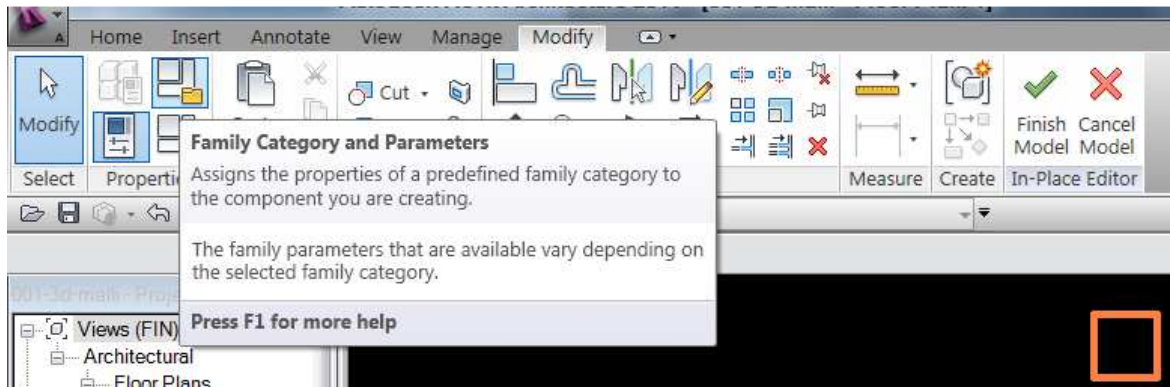


2. Muutetaan "olotila" seuraavasti:

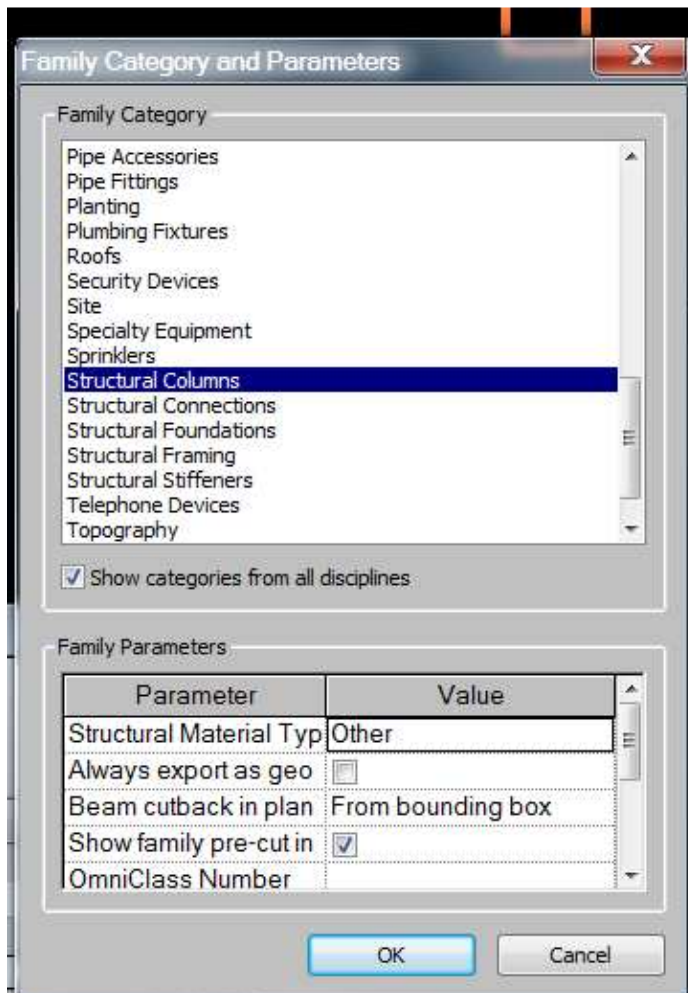
Modify>Edit In-Place



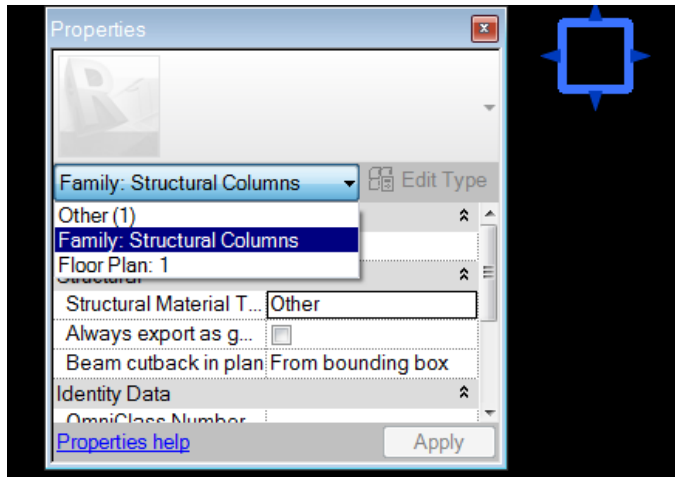
3. Valitaan Family Category and Parameters



4. Avautuvasta ikkunasta aktivoidaan Structural Columns ja painetaan OK.



5. Tarkistetaan vielä Properties-ikkunasta oikea kategoria.



Nämä samat vaiheet tulee tehdä kaikille pilareille.

Alla oleva pilariluettelo osoittaa tietojen osittaisen katoamisen IFC-tiedonsiirtomuodon yhteydessä. Tietomallin mukana tulleet nimeltään Buildinge-pilarit käyttäytyvät samalla tavalla kuin Column-pilarit, jotka tein ACAssa kokeeksi oikealla pilarityökalulla ja siirsin tietomallin tapaan IFC-muodossa *Revit*in.

Luettelon kolme alimmaista 100x100 –pilaria tein vertailun vuoksi samaan pohjaan *Revit*in omalla työkalulla.

Pilarit					
Kerros	Talo 2000	Kuvaus	Tyyppi	Pituus	m3
	12522		BUILDINGE		0.035 m ³
	12522		BUILDINGE		0.035 m ³
	12522		BUILDINGE		0.034 m ³
	12522		COLUMN		0.432 m ³
	12522		COLUMN		0.234 m ³
1					
1	12522	-	100x100	3040 mm	0.030 m ³
1	12522	-	100x100	3040 mm	0.030 m ³
1	12522	-	100x100	3040 mm	0.030 m ³