



SAVONIA

Olemassa olevien ja muuttuvien rakennusosien esittäminen tietomallinnettavassa korjauskohteessa

Jenni Remes

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jenni Remes	
Työn nimi Olemassa olevien ja muuttuvien rakennusosien esittäminen tietomallinnettavassa korjauskohteessa	
Päiväys 25.3.2013	Sivumäärä/Liitteet 65/1
Ohjaaja(t) Lehtori Viljo Kuusela	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) KoRak-hanke/ Tuotekehityspäällikkö Osmo Miinalainen	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia kuinka korjausrakennuskohteen tietomallissa voidaan esittää olemassa olevat, muuttuvat ja purettavat rakennusosat ja kuinka ne ilmenevät eri näkymissä.</p> <p>Tutkimuskohteena käytettiin Kuopiossa, Huuhankatu 14:ssä sijaitsevaa kerrostaloa, josta mallinnettua alustavaa rakennusosamallia kehitettiin tarkkuudeltaan yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamalliksi tutkittavien rakennusosien osalta. Mallinnuksessa käytettiin <i>Autodesk Revit Architecture 2012</i> -sovellusta ja siihen saatavaa suomalaista lokalisointia. Mallinnus suoritettiin <i>Yleiset Tietomallivaatimukset 2012</i> -ohjeen vähimmäiskriteereillä. Rakennusosista tutkittiin <i>Talo 2000 -hankenimikkeistön</i> mukaisessa järjestyksessä oleellimmat talo-osat.</p> <p>Työssä havaittiin <i>Revit Architecture</i> -sovelluksella olevan hyvät edellytykset korjauskohteen tietomallin luomiseen: rakennusosia pystytään jäsentelemään ajallisesti ja tasokuvien esittämistapoja muokkaamaan tarpeen mukaan. Ongelmana kuitenkin ilmeni, ettei <i>Revit</i>-ohjelmassa tehty aika-tieto siirtynyt täydellisesti <i>IFC</i>-tiedonsiirron välityksellä tietomallien katseluohjelmiin. Työssä käytettyä ajanhallintatapaa pystytään siis hyödyntämään täysin vain <i>Revit</i>-ohjelmistojen välisessä tiedonsiirrossa.</p>	
Avainsanat tietomalli (BIM), korjausrakentaminen	
Luottamuksellisuus Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Jenni Remes			
Title of Thesis Presenting of existing and changing building elements in reconstruction's building information model.			
Date	25 March 2013	Pages/Appendices	65/1
Supervisor(s) Mr Viljo Kuusela, Lecturer			
Client Organisation/Partners Project KoRak/Mr Osmo Miinalainen, Project Manager			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to find out how existing, changing and demountable building elements can be presented in a renovation project's building information model and how they are shown in different views.</p> <p>The research subject was an apartment house at 14 Huuhankatu, Kuopio. The researched building elements were developed from an existing draft building element model to correspond the building element model of the general planning phase. The used software was <i>Autodesk Revit Architecture 2012</i> and the available Finnish localization. The modeling was done by following the <i>Common BIM Requirements 2012</i> minimum criterions. Building elements were studied as described in the house section of <i>Talo 2000 nomenclature</i>.</p> <p>It was observed that <i>Revit architecture</i> software has good prerequisites for using the building information model in a renovation project: building elements can be organized according to time and the presenting of building elements in 2D can be changed. The problem which came up was information about time done in <i>Revit</i>, it did not transfer completely into the <i>IFC</i> format for viewing programs of the building information models. The researched way of organizing time can be used only between <i>Revit</i> versions.</p>			
Keywords building Information Model (BIM), renovation			
Confidentiality Public			

ALKUSANAT

Haluan kiittää ohjauksesta ja tuesta työni ohjaajaa lehtori Viljo Kuusela, KoRak-hankkeen yhteyshenkilöä Osmo Miinalaista, sekä Sillman Oy:n Jonas Sillmania, jolta sain tutkimuskohteeni.

Kiitän myös taustalla vaikuttaneita tukijoukkoja, jotka ovat kannustaneet ja tukeneet opintojeni ajan.

Kuopiossa

Jenni Remes

SISÄLTÖ

ALKUSANAT	5
1 JOHDANTO	7
2 KORJAUSKOHTTEEN TIETOMALLINTAMINEN	8
2.1 Tietomallinnus	8
2.1.1 Mikä on tietomalli?.....	8
2.1.2 Tiedonsiirto.....	9
2.1.3 Tietomallien vaatimukset.....	10
2.2 Korjausrakentaminen.....	11
2.2.1 Korjausrakentaminen Suomessa.....	11
2.2.2 Tietomalli korjausrakentamisessa	12
2.2.3 Mallinnuksen vaiheet korjauskohteessa.....	12
3 TALO 2000 -NIMIKKEISTÖ	17
3.1 Nimikkeistöjen sisältö	17
3.2 Nimikkeistön käyttö CAD-pohjaisessa suunnittelussa	18
3.3 Nimikkeistöjen käyttö tietomallissa	19
4 MUUTOS- JA KORJAUSKOHTTEEN RAKENNUSOSIEN ESITTÄMINEN	21
4.1 Työn tausta	21
4.2 Muutos- ja korjauspiirustusten piirustusmerkinnät.....	21
4.3 Mallinnustarkkuus	24
4.4 Autodesk Revit Architecture 2012	25
4.4.1 <i>Phasing</i> -toiminto	26
4.4.2 Talo-osien mallinnus	31
4.4.3 Piirustusten tuottaminen	58
4.4.4 Katsaus <i>IFC</i> :n käyttöön.....	59
5 YHTEENVETO JA POHDINTA	62
LÄHTEET	64
LIITTEET	

Liite 1 Yleisten Tietomallivaatimusten 2012 arkkitehtimallien sisältövaatimukset, talo-osat. RT 10-11068.

1 JOHDANTO

Tietokonepohjainen mallintaminen ja sen hyödyntäminen suunnittelutyössä ja kiinteistön ylläpidossa ovat yleistymässä. Käynnissä on murros, jossa ollaan siirtymässä perinteisestä 2D-suunnittelusta tietomallien käyttöön. Valtaosa maailman johtavista suunnittelu- ja rakennusyrityksistä on jo siirtynyt käyttämään tietomalli-pohjaista suunnittelua lähes kaikissa rakennusprojekteissaan (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston 2011, vii).

Alati lisääntyvä korjausrakentaminen kasvattaa tarvetta tehokkaampaan suunnitteluun ja rakentamiseen korjausrakentamisen puolella: tietomallintamista ollaankin kovaa vauhtia siirtämässä uudisrakentamisesta myös korjausrakentamiseen. Korjauskohteessa suunnittelun pohjana toimii olemassa olevan rakennuksen tietomalli.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää olemassa olevien, muuttuvien ja poistettavien rakennusosien esitysmahdollisuuksia korjauskohteen tietomallissa, sekä perehtyä tietomallintamiseen korjausrakentamishankkeessa arkkitehdin näkökulmasta. *Autodesk Revit Architecture 2012* -sovelluksella tarkastellaan yleis-suunnitteluvaiheen arkkitehdin rakennusosamallin tarkkuudella oleellimmat talo-osat *Talo 2000 -hankenimikkeistön* mukaisessa järjestyksessä.

Opinnäytetyö liitetään korjausrakentamisen kehitysprojekti *KoRakiin*, jonka toteuttajana on toiminut Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu yhdessä Savonia-ammattikorkeakoulun ja Savon ammatti- ja aikuisopiston kanssa. Tässä Itä-Suomen rakennusalan kehityshankkeeseen (*JSKE*) kuuluvassa osaprojektissa on muun muassa järjestetty korjausrakentamiseen liittyviä koulutustilaisuuksia, sekä tiivistetty yhteistyötä oppilaitosten ja yritysten välillä.

2 KORJAUSKOHTEEN TIETOMALLINTAMINEN

2.1 Tietomallinnus

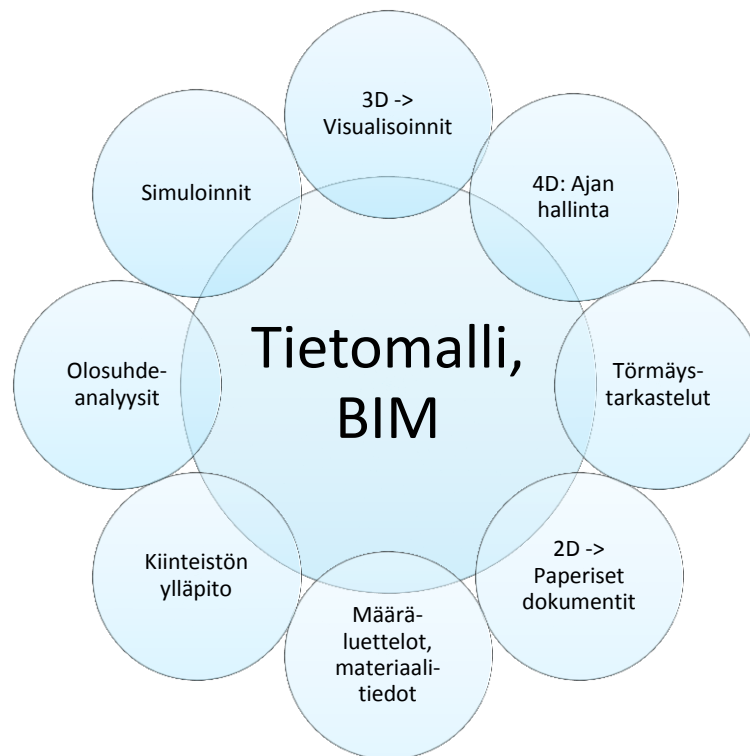
2.1.1 Mikä on tietomalli?

Rakennuksen tietomalli (Building Information Model; BIM) on digitaalisessa muodossa oleva kokonaisuus rakennuksen ja rakennusprosessin elinkaaren aikaisista tiedoista. Kolmiulotteinen virtuaalinen malli sisältää geometrian lisäksi tietoa rakennuksen osista, tiloista, materiaaleista ja määristä (kuvio 1). (Pro IT 2006, 8.)

Tietomallit ovat aiempaan verrattuna täysin uudenlainen tapa tiedon tuottamiseen, käsittelyyn ja välittämiseen. Tietomallinnus perustuu parametrusten komponenttien, kuten objekti tai olio, luomiseen. Näitä komponentteja rakennuksen tietomallissa ovat rakennusosat. Ne sisältävät parametreja eli ominaisuuksia, joita voidaan kontrolloida tietyissä rajoissa. Parametreilla voidaan määrittää muun muassa rakennusosan koko ja materiaali(t).

Muokkaaminen tapahtuu interaktiivisten näkymien kautta; yhteen näkymään, esimerkiksi pohjakuvaan tai leikkauskuvaan tehty muutos tallentuu koko tietomalliin, eikä muutosta tarvitse tehdä erikseen jokaiseen näkymään. Tietomallin objektit, esimerkiksi seinät, palkit ja ikkunat kykenevät tarkkailemaan ympäristönsä tilaa ja mukautumaan sen muutoksiin. Yhden rakennusosan siirtäminen tai muokkaaminen voi vaikuttaa tietomallin muihin osiin, joka ilmenee esimerkiksi liitosten katkeamisina tai niiden muuttumisina uusiin tilanteisiin sopiviksi. (Hietanen 2005, 26–34.)

Tietomallinnettavassa rakennushankkeessa suunnittelun tärkeys korostuu. Hankkeen suunnitteluvaiheessa tietomalleja hyödynnetään törmäystarkasteluissa eli suunnitelmien yhteensovittamisissa ja ennaltaehkäisemään suunnitteluvirheitä. Tietomalli auttaa myös havainnollistamaan hanketta osapuolille, jotka eivät ole rakennusalan ammattilaisia. Perinteisiin paperisiin piirustuksiin verrattuna tietomallin avulla on paremmin hallittavissa tieto rakennusten suunnittelusta, toteuttamisesta, käytöstä ja ylläpidosta. Myös tiedonsiirto rakennushankkeen osapuolten välillä tehostuu ja nopeutuu. (Lavento 2011, 20.)



KUVIO 1 Tietomallin sisältö

Tietomallintamisen myötä rakennushankkeen toimijoihin on lisätty uusi osapuoli; tietomallikoordinaattorin tehtävänä on ohjeistaa, koordinoida ja ohjata kaikkia tietomallinnustehtäviä koko rakennushankkeen ajan yhdessä pääsuunnittelijan kanssa. Tietomallikoordinaattorin tulisi omata riittävää asiantuntemusta tietomallintamisesta ja projektinhallinnasta. Hän varmistaa tietomallien laadun ja toimivuuden. (RT 10-11076, 3.)

2.1.2 Tiedonsiirto

Jokaisella tietomalli-ohjelmistolla on oma formaattinsa, tallennusmuoto jolla sovellus tallentaa tietoa. Jotta varmistetaan BIM-tiedon joustava siirtyminen eri ohjelmistojen välillä, käytössä on yhteinen tallennusformaatti. *IFC (The Industry Foundation Classes)* on neutraali, maailmanlaajuisessa käytössä oleva tiedonsiirron standardi ja sen on rekisteröinyt Kansainvälinen Standardisomisjärjestö *ISO (The International Standardization Organization)*. *IFC:tä* voidaan käyttää vaihdettaessa ja jaettaessa BIM-

tietoa eri valmistajien ohjelmistojen välillä ilman, että ohjelmisto joutuu tukemaan monia eri formaatteja. (BuildingSMART.)

2.1.3 Tietomallien vaatimukset

Jotta voidaan taata laadukas tietomalli, jota pystytään hyödyntämään hankkeessa kattavasti, on mallintamiselle määritettävä yhteiset säännöt. Ympäri maailmaa on pyritty yhdentämään mallintamista ja mallinnusprosessia luomalla ohjeita, joissa annetaan perusvaatimukset muun muassa mittatarkkuuksista ja tietomallien tallennusmuodoista. Nämä vaatimukset antavat pohjan tietomallintamiselle, sekä projektikohtaisille vaatimuksille ja tavoitteille. Seuraavassa esitellään muutamia ohjeita.

2.1.3.1 Tietomallinnusohjeet Suomessa

Maaliskuussa vuonna 2012 julkaistiin laajan *Cobim*-hankkeen tuloksena *Yleiset Tietomallivaatimukset 2012* -sarja, jossa on vähimmäisvaatimukset uudis- ja korjausrakentamiskohteiden tietomallipohjaiseen suunnitteluun, sekä rakennusten käyttöön ja ylläpitoon. Ohjeessa esitetään tietomallinnusta koskevia perusasioita, käsitteitä ja vaatimuksia yleisellä tasolla, joita voidaan tarkentaa projektikohtaisesti. (RT 10-11066, 1–2.)

2.1.3.2 Tietomallinnusohjeet USA:ssa

The National Institute of Building Sciences (*NIBS*) on voittoa tavoittelematon, itsenäinen organisaatio, jonka tavoitteena on tukea rakentamisen kehitystä ja teknologiaa USA:ssa. Se julkaisi vuonna 2007 ensimmäisen version *The National Building Information Modeling Standard -United States (NBIMS-US)* -sarjasta, joka sisältää käsitteistöä, ohjeita, suositeltavia tapoja ja yksityiskohtia tietomallintamiseen. (National Institute of Building Sciences 2007, 6.) Vuonna 2012 *NIBS* julkaisi toisen version, *The*

National BIM Standard -United States Version 2 (NBIMS-2), joka kattaa ohjeistuksen rakennuksen koko elinkaaresta, suunnittelusta ylläpitoon.

Hallituksen alainen U.S. General Services Administration (GSA) aloitti vuonna 2003 kansallisen *3D-4D-BIM* -ohjelman, jonka tavoitteena oli muun muassa laajentaa tietomallien käyttöä. GSA julkaisikin vuonna 2007 projektin tuloksena *BIM Guide* -sarjan, joka on tarkoitettu GSA:n jäsenille ja yhteistyökumppaneille sen omissa projekteissa. (General Services Administration 2007, 2.)

2.2 Korjausrakentaminen

2.2.1 Korjausrakentaminen Suomessa

Korjausrakentaminen kattaa kaiken toiminnan, jolla rakennuksen tai sen osien kuntoa ylläpidetään tai parannetaan soveltumaan paremmin tarkoitukseensa. Siihen kuuluvat muun muassa kunnossapito, kunnostus, saneeraus, peruskorjaus ja restaurointi. Korjausrakentamista on myös uudistustyö, jossa vanhan tilalle rakennetaan nykyaikaisempi rakennelma tai laite, tai kohteen käyttötarkoitus tai käyttötapa muuttuu. (Kulttuuriympäristön ja korjausrakentamisen käsitteitä.)

Korjaustarvetta lisäävät rakennusten vanheneminen, väestön ikääntymisen aiheuttama muutospainne, sekä energiatehokkuuden parantaminen kansallisten ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Myös puutteellinen suunnittelu-, toteutus-, kunnossapito- ja korjaustoiminta voivat johtaa korjaustarpeeseen. (Ympäristöministeriö 2007, 9.)

Suomen kansallisvarallisuudesta lähes puolet koostuu noin 3 miljoonasta rakennuksesta ja niiden tila vaikuttaa merkittävästi niiden arvon säilymiseen. Rakentamisen painopiste onkin siirtymässä entistä enemmän uudisrakentamisesta korjausrakentamiseen ja ylläpitoon. Korjausrakentamiseen käytetty rahamäärä oli vuonna 2006 noin puolet koko talonrakentamisen arvosta. Yli puolet kohteista on asuinrakennuksia. (Ympäristöministeriö 2007, 9–10.)

Suomessa on meneillään monia eri kehittämishankkeita nykyisen korjauskulttuurin kehittämiseksi. Muun muassa Ympäristöministeriön laatima julkaisu *Korjausrakentamisen strategia 2007–2017* (2007) edistää ennakoivan kiinteistönpidon- ja korjaus-

kulttuurin edistämässä ja rakennuskannan sopeuttamisessa muuttuviin olosuhteisiin. Julkaisu on tehty ympäristöministeriön johdolla yhteistyössä alan keskeisten toimijoiden kanssa.

2.2.2 Tietomalli korjausrakentamisessa

Tietomallintamista pystytään hyödyntämään korjausrakentamisessa samoin kuin uudisrakentamisessa. Korjauskohteen tietomallissa suunnittelupohjana ja lähtötietona on olemassa oleva rakennus ja siitä tehty inventointimalli tarvittavine lähtötietoineen. Uudishankkeeseen verrattuna korjaushankkeen aikatietojen ulottuvuus on laajempi: mallin tulee sisältää tietoa olemassa olevista, purettavista, väliaikaisista, siirrettävistä ja uusista rakennusosista. Kohteessa suoritettavan korjauksen luonne voi vaihdella kevyestä pintaremontista lähes uudisrakentamisen kaltaiseen peruskorjaukseen, joten suunnittelun tarkkuustaso vaihtelee ja hankevaiheiden tietosisällöt ovat erilaisia. (Freese, Penttilä & Rajala 2007, 8.)

2.2.3 Mallinnuksen vaiheet korjauskohteessa

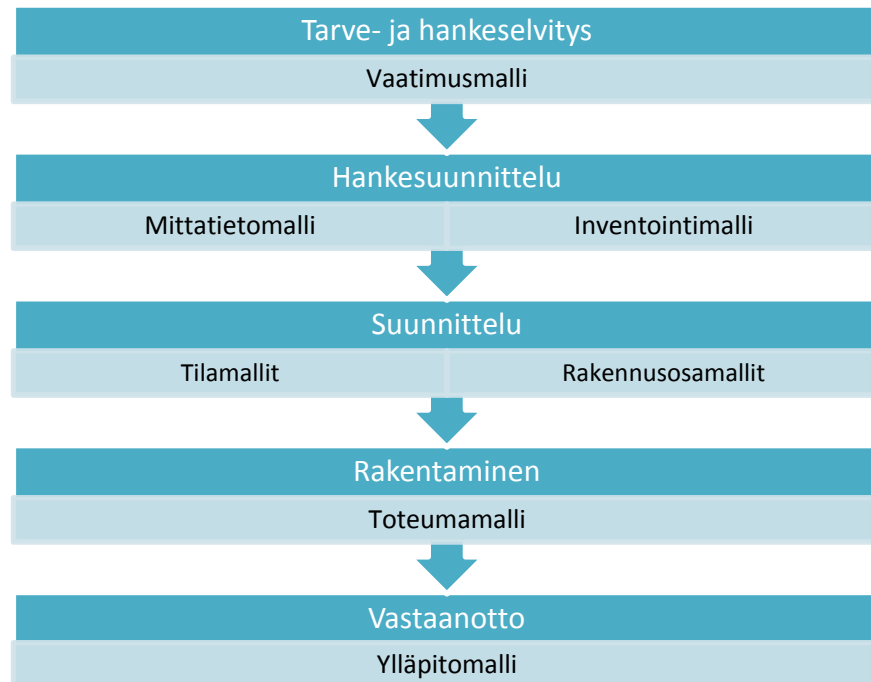
Korjauskohteen suunnittelun perusedellytys on lähtötilanteen mallintaminen. Sisältö ja tarkkuustaso sovitaan suunnittelijakohtaisesti ennen mallintamista. Tässä osiossa selostetaan mallinnuksen vaiheet korjauskohteessa arkkitehdin näkökulmasta.

2.2.3.1 Vaatimusmalli

Rakennushanke alkaa tarve- ja hankeselvitysvaiheella (kuviot 1 ja 2), jossa kartoitetaan hankkeen tarpeellisuutta, edellytyksiä ja mahdollisuuksia. Projektin alussa tuotetaan lähtötiedot suunnittelulle, sekä määritellään vaatimukset. Erityisesti korjaus- ja muutostarpeissa lähtökohtien selvittäminen on oleellinen osa suunnittelua. Korjaustarveselvityksellä saadaan kattava kuva vahingoittuneista tai korjaustarpeessa olevista rakennuksen osista ja järjestelmistä. Teknisen selvityksen lisäksi tulee kartoittaa

kohteesta riippuen toiminnallisuus-, paloturvallisuus-, esteettömyys- ja rakennushistoriaselvitykset, sekä muut kohteen rakennettavuuden kannalta olennaiset selvitykset. (RT 96-10983, 3.)

Tarveselvitysvaiheessa tehtävä vaatimusmalli on minimissään taulukko suunnitelluista tiloista, jota voidaan käyttää vertailtaessa suunnitelmaratkaisuja. Malliin tulisi sisällyttää kaikki suunnitteluun oleellisesti vaikuttavat seikat liittyen viranomaisten vaatimuksiin, rakennusalueeseen, tonttiin, toimintaan, ylläpitoon ja asiakkaan toiveisiin. (RT 10-11068, 6.)



KUVIO 2 Tietomallinnuksen vaiheet korjausrakentamisen prosessissa

2.2.3.2 Mittatietomalli

Mittatietomallin pohjana toimii geometriamalli, joka on tuotettu pääosin olemassa olevan rakennuksen ulko- ja sisäpuolisiin mittauksiin pohjautuen. Nykyään mittauksessa hyödynnetään laserkeilausjärjestelmää, jolla saadaan niin sanottua pistepilviaineistoa. Pistetieto prosessoidaan edelleen tietokoneohjelmiston avulla 3D-malliksi. Mittatietomalli toimii yleensä pohjana inventointimallille.

2.2.3.3 Inventointimalli

Hankesuunnitteluvaiheessa tutkitaan tarvittavalla tarkkuudella projektin vaihtoehtoiset toteuttamismahdollisuudet ja -tavat. Viimeistään tässä vaiheessa tehtävän inventointimallin avulla järjestetään suunnittelu, neuvottelut ja mahdolliset suunnittelukilpailut, sekä tehdään suunnittelusopimukset. (RT 10-11068, 7.) Inventointimalli kattaa kaiken olemassa olevan rakennuskohteesta. Tontin mallin lisäksi mallin pääsisältönä ovat tilat, kantavat rakenteet, seinät, ikkunat ja ovet, mutta sisältö ja yksityiskohtaisuus sovitaan kuitenkin hankekohtaisesti. Myös tarkkuustaso tarkistetaan, jotta lähtötilanteen malli palvelee hankkeen edistymistä ja vastaa jatkosuunnittelun tarpeita. Mallinnus tehdään paikallisiin mittauksiin ja tutkimuksiin pohjautuen, joiden tietoja täydennetään vanhojen piirustusten ja dokumenttien avulla.

(RT 10-11067, 2.)

2.2.3.4 Tilamalli

Ehdotussuunnitteluvaiheessa etsitään tavoitteet täyttävää suunnitteluratkaisua. Yksinkertaisimmillaan tilamalli sisältää vain tilat, joilla suunnittelun alkuvaiheessa voidaan hakea ratkaisua tilaohjelmaan ja tuottaa erilaisia huoneluetteloita. Suunnittelun edetessä tilamalliin sisältyy tiloja rajaavat pinnat, sekä tarvittaessa alustavat ikkunaukotukset energiasimulointeja varten. Tilamallin tarkoituksena on tuottaa energiaanalyysien lisäksi kustannustietoa ja mahdollisia visualisointeja kohteesta. (RT 10-

11068, 7–9.) Tilamalli voidaan esittää myös niin sanottuna tilaryhmämallina, jossa tilat massoitellaan ryhmiä esimerkiksi käyttötarkoituksen mukaan tai jopa yhden kerroksen kokoisiksi kokonaisuuksiksi (RT 10-11068, 8).

2.2.3.5 Rakennusosamalli yleissuunnitteluvaiheessa

Yleissuunnitteluvaiheessa aletaan kehittämään valittua ehdotussuunnitelmaa toteutukseen soveltuvaksi yleissuunnitelmaksi. Tilamallista kehitettävä rakennus-osamalli sisältää kiinteät rakennusosat ilman liitoksia ja tarkkoja rakennetyyppejä. Tilojen materiaalitietoja ei myöskään liitetä vielä tässä vaiheessa mukaan. Yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallista tuotetaan tarvittavat dokumentit rakennusluvan hakemiseen. (RT 10-11068, 10.)

2.2.3.6 Rakennusosamalli toteutussuunnitteluvaiheessa

Toteutussuunnitteluvaiheessa tuotetaan valitun hankinta- ja toteutustavan mukaisia suunnitelmia sekä hankinnan, että toteutuksen käyttöön. Arkkitehdin rakennusosamalli kehitetään rakentamisen edellyttämäksi mitoitetuksi suunnitelmaksi ja rakenneosat esitetään tarkoin tyyppitiedoin. Mallia tulisi voida käyttää määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisissa ja sen tulisi toimia pohjana kaikkien muiden suunnittelualojen malleille. (RT 10-11066, 9; RT 10-11068, 10.)

2.2.3.7 Toteumamalli ja ylläpitomalli

Korjaus- ja muutostyön valmistuttua rakennusosamalli päivitetään toteumamalliksi, joka vastaa toteutunutta lopputulosta. Malli päivitetään myös niin, että sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi tilahallinnassa, kiinteistön ylläpidossa ja käytönaikaisten muutosten pohjana. Rakennusosamallista voidaan muokata myös erillinen ylläpitomalli

vastaamaan ainoastaan ylläpidon tarpeita, jotka voivat merkittävästi vaihdella rakentamisvaiheen tarpeista. Ylläpitomallista voidaan saada esimerkiksi yhteenvetoraportteja sekä laite- ja huoltotietoa. (RT 10-11068, 12.)

3 TALO 2000 -NIMIKKEISTÖ

3.1 Nimikkeistöjen sisältö

Suomessa käytössä oleva, rakennusalalla yhteistyönä syntynyt *Talo 2000 -nimikkeistö* on julkinen, vapaasti käytettävissä oleva kansallinen järjestelmä. Sen avulla jäsenellään tietoa rakennushankkeessa, mikä helpottaa ja parantaa tiedonsiirtoa osapuolten välillä. Nimikkeistö ei sido organisaatioita, asiakirjoja eikä toteutusmenetelyjä. *Talo 2000 -nimikkeistö* pohjautuu vanhempiin *Talo 80* ja *Talo 90 -nimikkeistöihin*, jotka ovat edelleen käytössä rakennusalalla. (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 5–7.)

Rakennushankkeen osapuolilla on erilaisia osittelutarpeita. *Talo 2000 -nimikkeistö* on jaettu erilaisiin tarkoituksiin käytettäviin osanimikkeistöihin:

- **Tilanimikkeistö** jakaa rakennuksen tila- ja huoneistotyypeiksi. Tilat käsittävät tyypilliset toiminnot, jotka sijoittuvat rakennuksen huoneistoihin.
- **Hankenimikkeistö** toimii rakennusprojektin kokonaisnimikkeistönä. Se erittelee rakennusosat ja täten toimii kuvauksena valmiista rakennuksesta suunnittelussa ja kiinteistönpidossa.
- **Tuotantonimikkeistö** jäsentelee rakennushankkeen hankinnan ja tuotannon näkökulmasta.
- **Rakennustuotenimikkeistö** ryhmittelee rakentamisessa käytettävät tuotteet.
- **Kalustonimikkeistöä** käytetään kaluston erittelyyn. (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 5–7.)

Jokainen osanimikkeistö jaotellaan edelleen alempiin ryhmiin (kuvio 3).



KUVIO 3 Hankenimikkeistön rakenne

3.2 Nimikkeistön käyttö CAD-pohjaisessa suunnittelussa

CAD-suunnittelulla tuotetaan kaksiulotteista, viivapiirtona ilmenevää tietoa, joka tallennetaan kuvatasoille (*layers*). Kuvatasoja voidaan muun muassa sammuttaa ja kytkeä uudestaan päälle tarpeen mukaan. Niillä suodatetaan ja hallitaan etenkin suunnitelmien sisältöä ja osien näkyvyyttä, esimerkiksi tulosteissa ja digitaalista tietoa siirrettäessä (RT 15-10919, 2).

Vaikka tietomallipohjainen suunnittelu on syrjäyttämässä puhtaan piirtopohjaisen suunnittelun, kaksiulotteiset CAD-piirustukset ovat edelleen tiedonsiirron ja -välityksen perusta. Myös 2D-suunnittelua hyödynnettäessä tulee rakennushankkeen alkuvaiheessa sopia kuvatasojen käytön periaatteet ja käytettävä kuvatasojärjestelmä. (RT 15-10919, 2.)

Talo 2000 -kuvatasojärjestelmässä rakennusosat on jaoteltu *Talo 2000 -hankenimikkeistön* mukaisesti. Kuvataso nimi koostuu kirjain- ja numeromerkeistä. Alku koostuu osapuolitunnuksesta ja *Talo 2000 -nimikkeistöön* perustuvasta tunnuksesta. Tasonimen lopussa on eroteltuna selite, joka antaa sille selväkielisen merkityksen (taulukko 1).

TAULUKKO 1 Yksinkertaisia esimerkkejä kuvatasojen nimeämisestä.

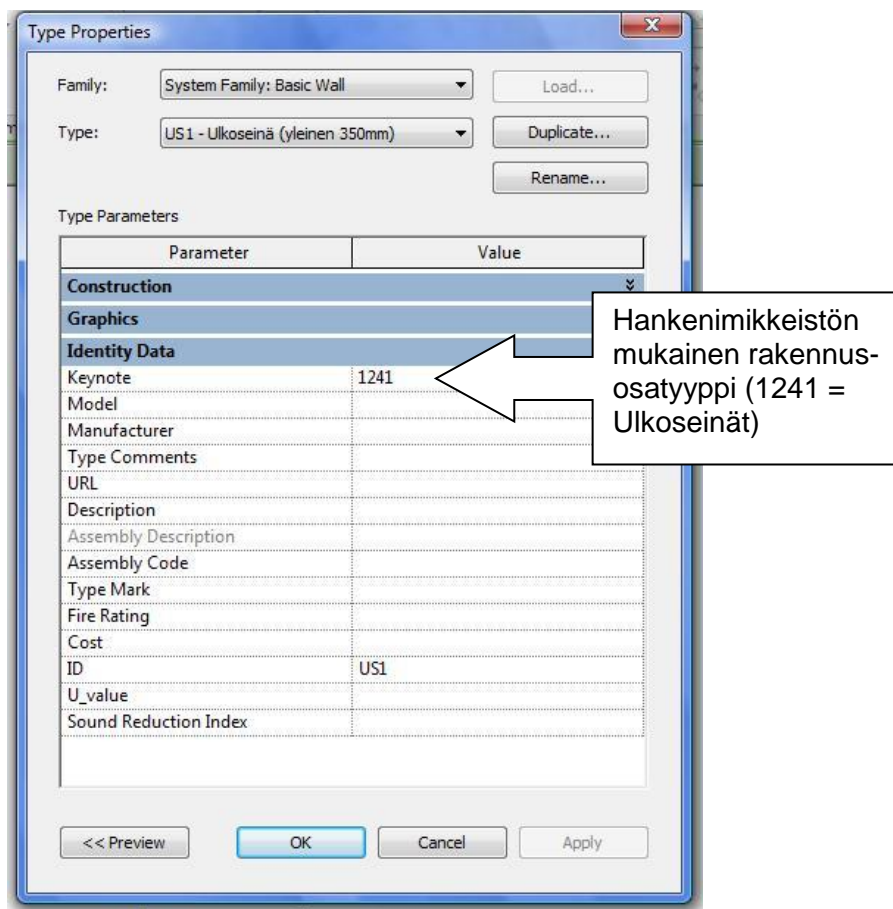
Kuvataso	Kuvaus
AR1234_PALKKI	Palkit
AR1241_US	Ulkoseinä
AR1242_IKKUNA	Ikkunat

ArkSystems Oy:n kehittämä *AutoCAD*-pohjainen, suomenkielinen *ARK*-järjestelmä on arkkitehtisuunnitteluun tarkoitettu tuote. Se sisältää valmissymboleita, joihin on valmiiksi määritetty *Talo 2000 -nimikkeistön* mukaiset kuvatasot. *ArkSystems* on kehittänyt myös rakenne-, LVI-, sähkö- ja ympäristösuunnitteluun soveltuvat lisäosat. (*ArkSystems*.)

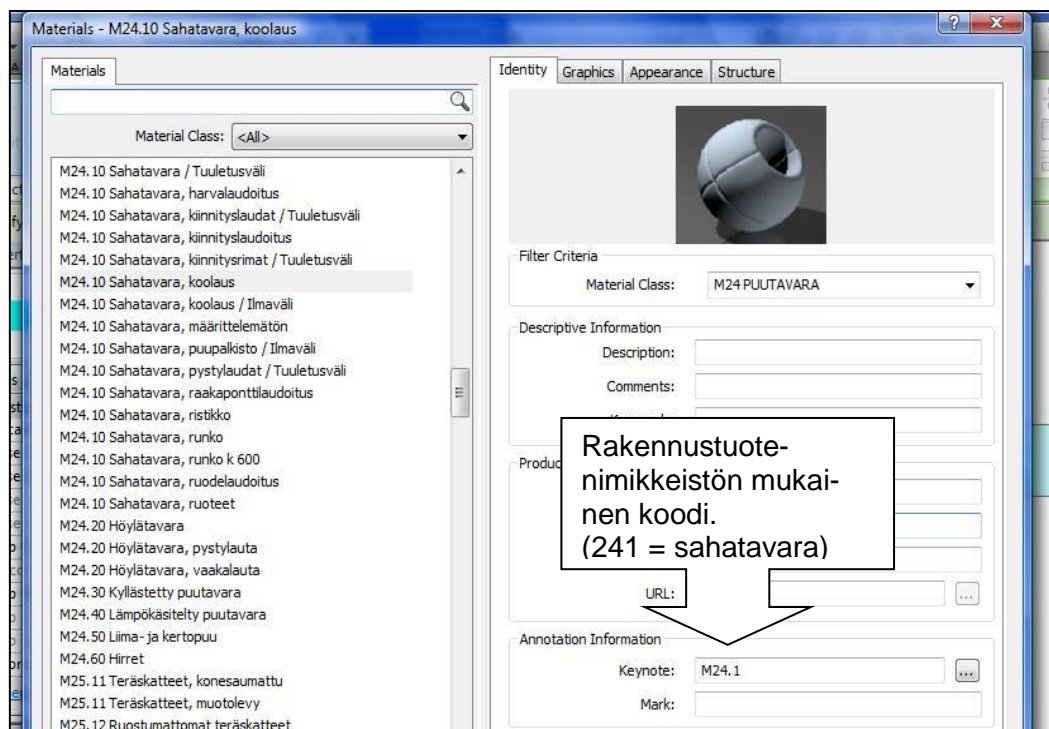
3.3 Nimikkeistöjen käyttö tietomallissa

Talo 2000 -nimikkeistö on kehitetty ottaen huomioon tietomallintamisen tarpeet. Sen avulla voidaan tietomalliin jäsenellä tilat, rakennusosat, tuotantonimikkeet ja rakennustuotteet. (*Talo 2000 -nimikkeistö 2008*, 19.) *Yleiset Tietomallivaatimukset 2012* -oppaassa on annettu esimerkkejä *Talo 2000 -nimikkeistön* käytöstä ja sen eduista, mutta sitä ei edellytetä mallintamisessa. Ohjeessa kuitenkin painotetaan jonkun yhteisen nimikkeistön käyttöä.

Autodesk Revit Architecture -rakennussuunnittelusovellukseen on saatavilla suomalainen lisäosa, jonka objektikirjasto sisältää *Talo 2000 -hankenimikkeistön* mukaisen koodauksen: objektit on jäsenelty rakennusosien mukaan (hankenimikkeistö) (kuva 1) ja materiaalit tuoterakenteina (rakennustuotenimikkeistö) (kuva 2).



KUVA 1 Revit Architecture -ohjelmalla mallinnetun seinän ominaisuudet.



KUVA 2 Revit Architecture -ohjelman materiaalivalikko, jossa materiaalit on koodattu rakennustuotenimikkeistön mukaan.

4 MUUTOS- JA KORJAUSKOHTTEEN RAKENNUSOSIEN ESITTÄMINEN

4.1 Työn tausta

Tietomallintaminen muutos- ja korjauskohteissa tuo omat haasteensa mallintamiseen ja malleista tuotettaviin piirustuksiin. Tietomallinnusohjelmistoilla ei ole suoraan pysynyt määrittelemään muuttuvaa tai olemassa olevaa rakennusosaa; tieto on esitetty kuvatasoilla piirtämällä ja kirjoittamalla, esimerkiksi pohja- ja leikkauskuvissa. Tähän tarpeeseen on kuitenkin herätty ja suunnitteluohjelmistot sisältävät jo muutos- ja korjausrakentamisen mallinnusta avustavia ominaisuuksia, joita tutkitaan tässä opinnäytetyössä. Tutkittavana sovelluksena on rakennussuunnitteluohjelma *Autodesk Revit Architecture 2012*.

Case-kohteena käytetään Kuopiossa, Huhankatu 14:ssä sijaitsevaa kerrostaloa, johon on suunnitteilla julkisivuremontti. Myös hissien lisäystä ja parvekkeiden suurentamista on tutkittu. Näiden tapausten, sekä kuvitteellisten tilanteiden avulla tutkitaan oleellisia ja yleisimpiä rakennusosia. Kerrostalosta oli luotu alustava rakennusosamalli, jota täydennettiin *Yleisten Tietomallivaatimusten (2012)* antamilla vaatimuksilla yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallia vastaavaksi. Rakennus-osien ilmeneminen eri vaiheissa tutkitaan *Talo 2000 -hankenimikkeistön* sisältämän, talo-osat luettelon mukaisessa järjestyksessä.




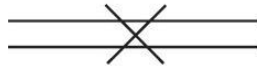
4.2 Muutos- ja korjauspiirustusten piirustusmerkinnät

Rakennustiedon ohjekortissa *RT 15-10849 Muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset (2005)* annetaan ohjeita muutos- ja korjausrakentamisen piirustusten piirustusmerkinnöistä ja esitystavasta, joita tarvitaan rakennuksen muutos- ja korjaustöiden kuvaamiseen pääpiirustusvaiheessa.

Piirustukset voidaan tuottaa projektin mukaan

- käyttämällä valmiita, olemassa olevia piirustuksia, joissa muutokset esitetään alkuperäisistä merkinnöistä poikkeavin merkinnöin ja tekstein

- piirtämällä uudet piirustukset, jolloin lähtötilanne ja muutos- ja korjaustoimenpiteet esitetään toisistaan erottuvain tavoin
- laatimalla kahdet eri piirustukset, joissa toisissa esitetään olemassa oleva tilanne muutoksineen ja toisissa tilanne muutosten jälkeen. (RT 15-10849, 4.)

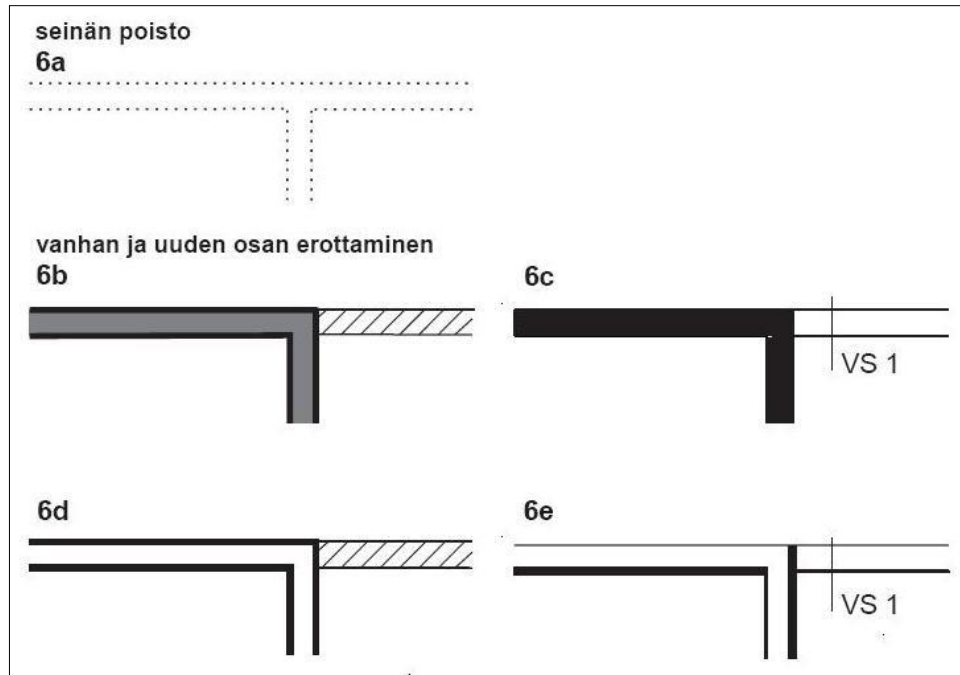
Nimi ja merkitys	Merkintä
• pisteviiva on poistuvan osan symboli
• levennetty viiva on paikalleen jäävän osan symboli	
• yliviivausta käytetään poistuvan tekstin osoittamiseen	
• kolmipistekatkoviivalla rajataan tarvittaessa muutos- ja korjaustöiden kohdealue	
• purkupiirustuksessa poistettavat rakenteet tai osat yllirastitetaan	

KUVIO 4 Muutospiirustuksien merkinnät ja tarkoitus. RT 15-10849.

Piirustusmerkintöjen valintaan vaikuttaa piirustusten laadintatapa. Piirustuksista tulisi saada selkeät ja yksiselitteiset (RT 15-10849, 4). Seuraavissa luetteloissa on koottu Rakennustiedon *Muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset* -ohjekortissa (2005) annetut ohjeet piirustusmerkinnöistä.

Purettavat ja vanhat rakennusosat (kuviot 4 ja 5)

- Purettavat rakennusosat esitetään pisteviivalla.
- Vanhojen rakennusosien esittäminen valitaan siten, että ne erottuvat selvästi uusista rakennusosista, esimerkiksi rasteroinnilla tai tummennuksella.
- Säilytettävien vanhojen rakennusosien rajaviivat voidaan leventää.
- Uudet rakennusosat voidaan erottaa vanhoista ainemerkinnoin ja tekstein.
- Erillisissä purkupiirustuksissa poistettavat rakennusosat yllirastitetaan.



KUVIO 5 Seinän poiston, sekä uuden ja vanhan seinän esitystapoja. RT 15-10849.

Aukot (kuvio 6)

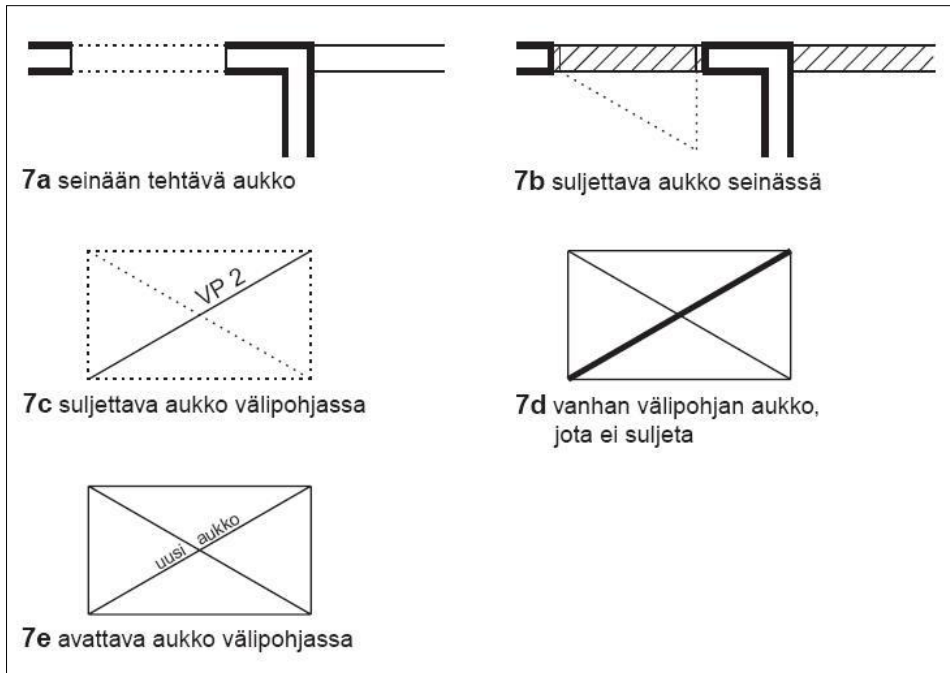
- Uusi aukko esitetään leikkaustasossa pisteviivalla.
- Suljettava aukko esitetään uuden rakennusosan viivaleveydellä ja tarvittaessa ainemerkinällä.
- Näkyvä, suljettava aukko esimerkiksi välipohjassa esitetään pisteviivalla.
- Jäävä vanha aukko esitetään vahventamalla lävistäjän viiva.
- Uusi aukko esitetään kuten uudet osat ja voidaan tarvittaessa selventää tekstillä.

Ovet

- Poistettava ovi esitetään pisteviivalla tai levennetyllä viivalla.
- Tekstein selvennetään, mitkä oven osat jäävät paikoilleen.

Portaat

- Poistettavat portaat esitetään pisteviivalla.
- Jäävien portaiden aukko ja nuolimerkintä esitetään vahvennetulla viivalla.



KUVIO 6 Esimerkkejä aukon esittämisestä seinässä ja välipohjassa. RT 15-10849.

4.3 Mallinnustarkkuus

Mallinnusvaatimukset korjauskohteessa ovat samat kuin uudisrakentamisessa. Poikkeukset liittyvät lähinnä inventointimallin tarkkuustasoon. Tutkittavat rakennusosat mallinnetaan yleissuunnitteluvaiheen arkkitehdin rakennusosamallin tarkkuudella, *Yleisten Tietomallivaatimusten* (2012) antamilla kriteereillä.

Yleisissä Tietomallivaatimuksissa (2012) on määritelty tarkkuustasot mallintamiselle:

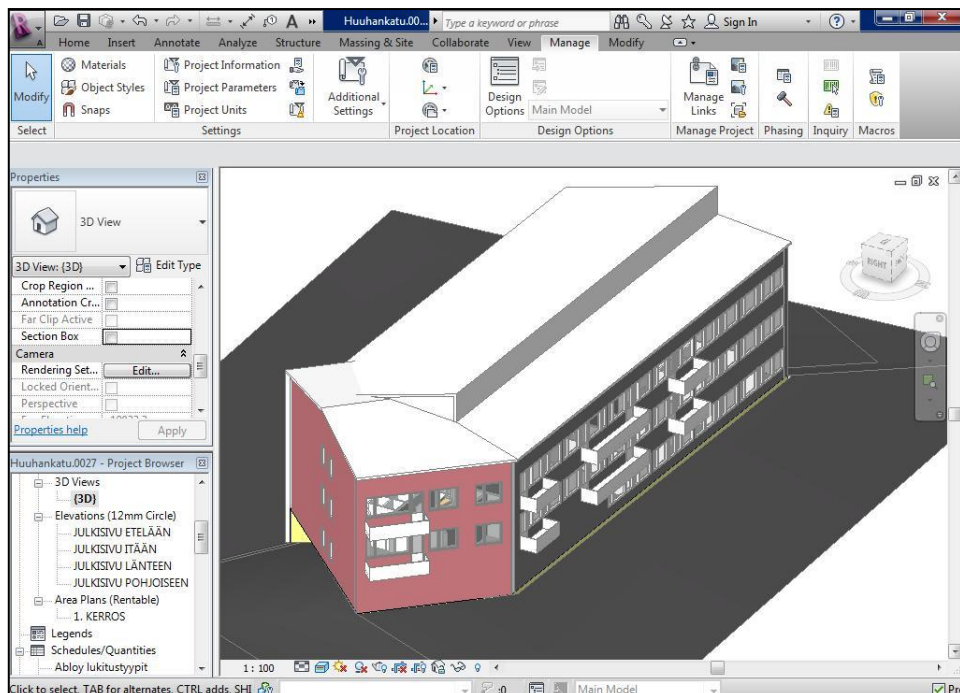
- Taso 1 käytetään suunnittelijoiden väliseen kommunikaatioon ja suunnitelmien yhteensovittamisiin. Rakennusosat on kuvattu luonnosmaisesti.
- Taso 2 käytetään hanke- ja luonnosvaiheissa energia-analyysihin, sekä rakennusosapohjaiseen määrälaskentaan rakentamisen valmisteluvaiheessa. Rakennetyypit on määritelty ja nimetty oikein. Määrätieto saadaan mallista tuotetyypeittäin.
- Taso 3 käytetään työmaan aikataulutukseen ja hankintaan. Rakennusosat sisältävät hankintaa varten oleelliset tiedot.

Rakennusosat mallinnetaan arkkitehdin rakennusosamallissa pääasiassa tasojen 1 ja 2 mukaan (liite 1). Rakennusosamallista tuotetaan tarvittavat dokumentit rakennusluvan hakemiseen. Lupapiirustusten on siis vastattava tarkkuustasoltaan viranomaisten vaatimuksia, vaikka mallissa ei joitain tietoja tarvitse esittää. (RT 10-11068, 10.)

Rakennusosat mallinnetaan niille tarkoitetuilla työkaluilla ja niille määritellään tyyppi-merkinnät. Mallinnettaessa monimutkaisempia rakenteita tulee varmistaa, että geometria siirtyy *IFC*-tiedonsiirrossa oikeanlaisena. Rakennusosamallista tulee saada rakennusosien mitta-, määrä- ja materiaalitiedot. (RT 10-11068, 11.)

4.4 Autodesk Revit Architecture 2012

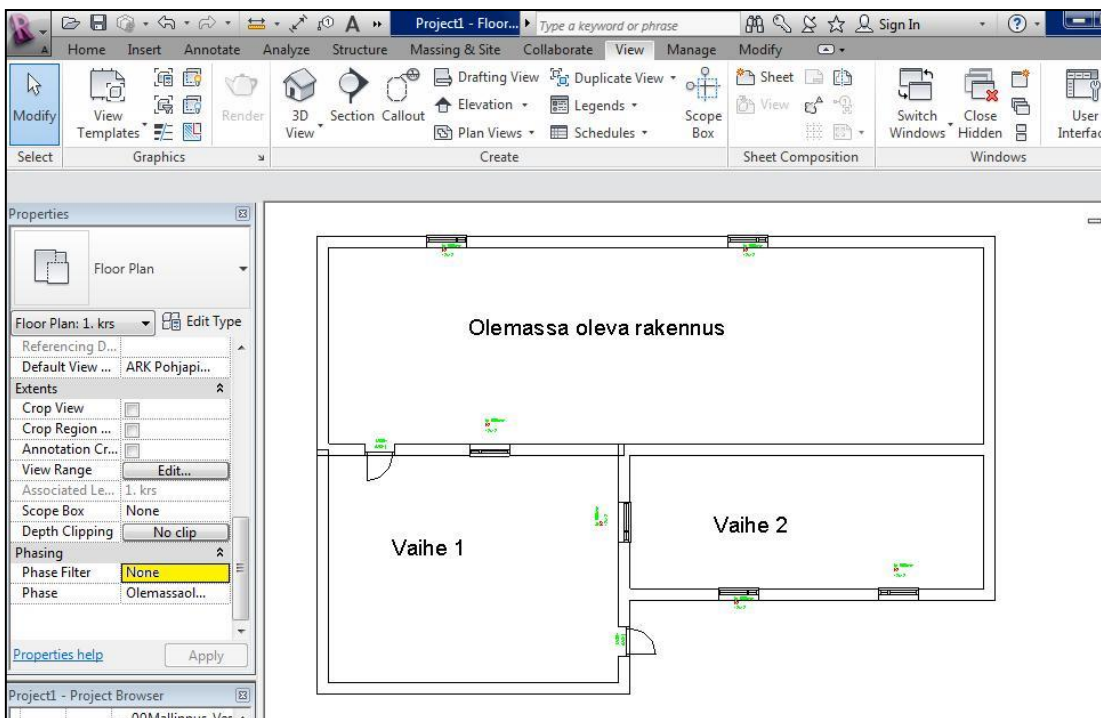
Revit on Yhdysvaltalaisen *Autodeskin* julkaisema, tietomallinnuksen tarpeisiin suunniteltu ohjelmisto. Tutkittava versio, *Revit Architecture* (kuva 3) on erityisesti arkkitehtisuunnitteluun soveltuva ohjelma. *Revit*-sovelluksissa suunnittelu perustuu parametreja sisältäviin objekteihin, jotka on ryhmitelty rakennusosittain *familyihin*. Muita sarjan tuotteita ovat rakennesuunnitteluun tarkoitettu *Revit Structure* ja talotekniikkasuunnitteluun *Revit MEP*. (Autodesk.)



KUVA 3 *Revit Architecture 2012* -ohjelman käyttöliittymä

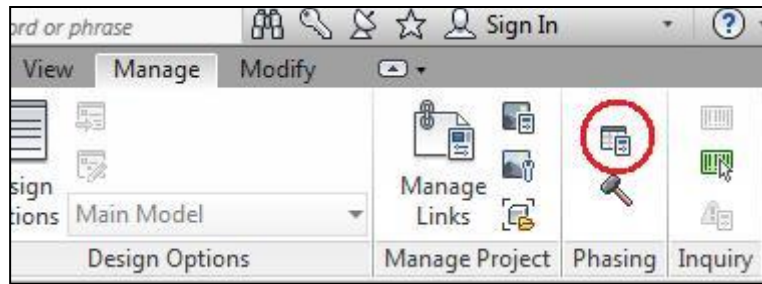
4.4.1 Phasing-toiminto

Revit Architecture 2012 -sovellus sisältää *phasing* (suomennettuna vaiheistus) -toiminnon, jonka ominaisuuksien avulla voidaan aikatauluttaa tietomallia. Tehdään esimerkki tällä toiminnolla: mallinnetaan yksinkertainen rakennus, johon tehdään kahdessa vaiheessa laajennus. Laajennusten yhteydessä myös puretaan rakennusosia (kuva 4).

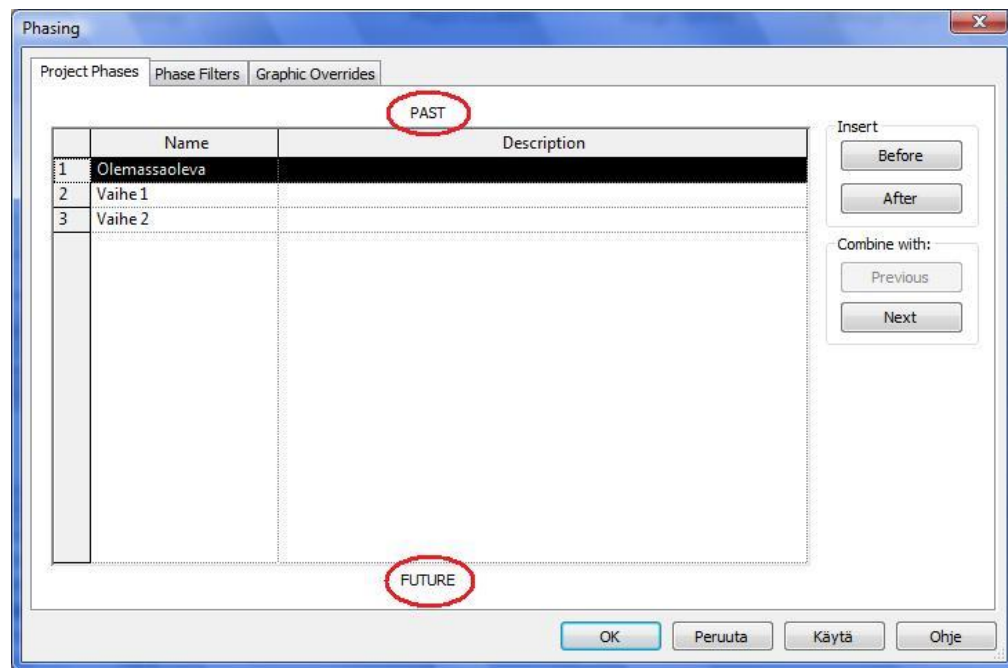


KUVA 4 Esimerkki rakennuksen pohjapiirroksesta

Ensin määritetään projektin vaiheet. *Phases*-valinnan (kuva 5) takaa löytyvällä *project phases* -luettelolla voidaan hallita vaiheiden aikajärjestystä. Oletuksena löytyvät rakennusprojektin vaiheet "olemassa oleva" ja "uusi rakenne". Luetteloa voidaan muokata ja siihen voidaan lisätä tarvittava määrä vaiheita. Esimerkissämme tehdään laajennus kahdessa osassa: lisätään luetteloon "olemassa oleva" -vaiheen lisäksi "vaihe 1" ja "vaihe 2" (kuva 6).

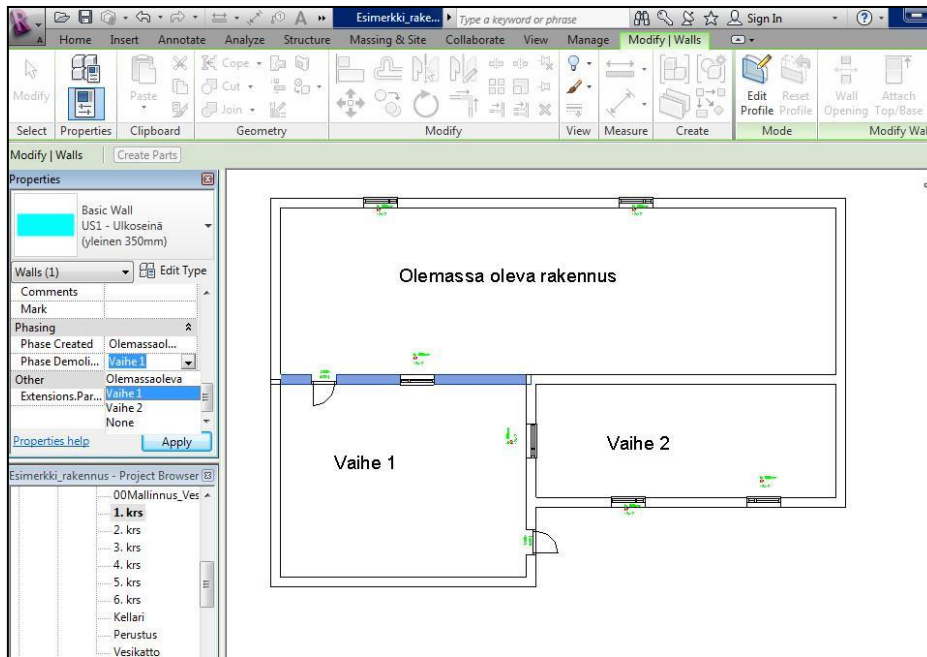


KUVA 5 Phases-valinnan sijainti



KUVA 6 Phasing-ikkuna

Seuraavaksi määritetään rakennusosien ajallinen sijainti. Valittuna olevan rakennusosan ominaisuusluettelossa, *properties*-valikossa olevassa *phasing*-kohdassa voidaan määrittää milloin eli missä vaiheessa kyseinen rakennusosa tehdään (*phase created*) ja milloin rakennusosa puretaan (*phase demolished*) (kuva 7).

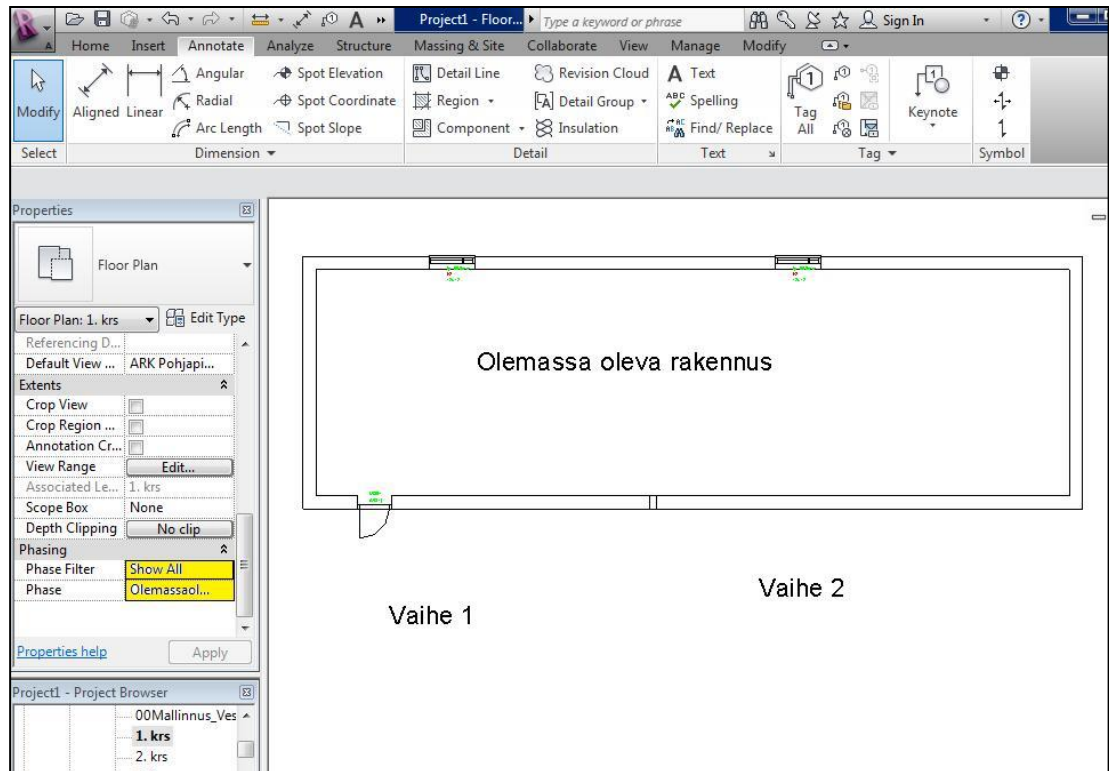


KUVA 7 Valittuna oleva seinä on vanha, olemassa oleva (*phase created*), mutta tul-
laan purkamaan vaihe 1:n yhteydessä (*phase demolished*).

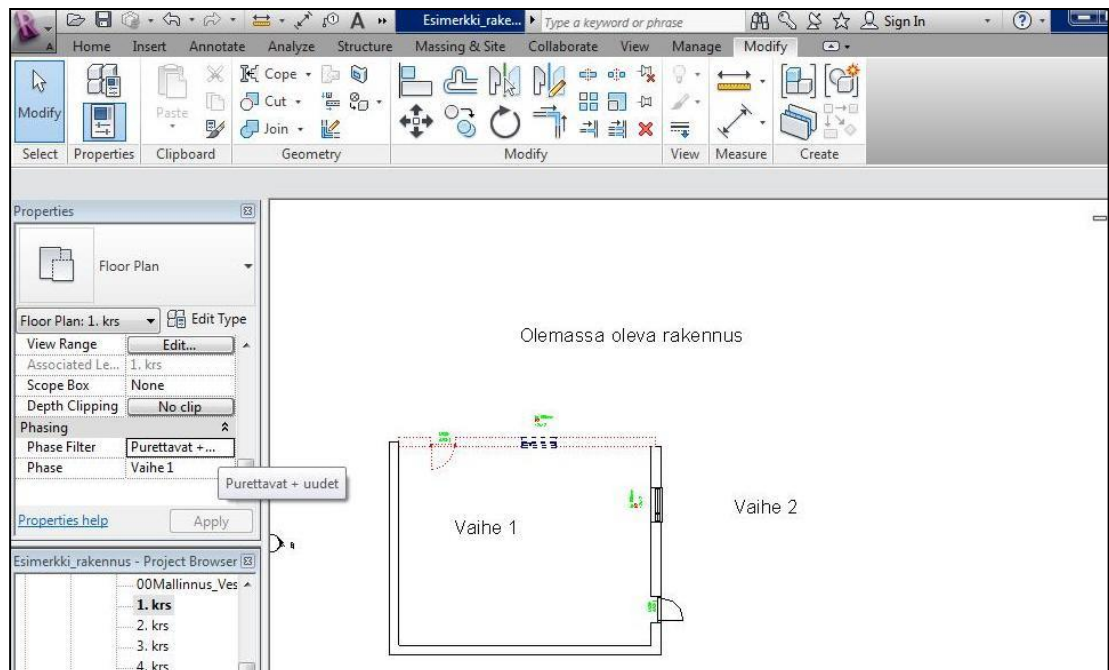
Kun jokaiselle rakennusosalle on valittu rakentamis- ja purkuajankohta, valitaan seu-
raavaksi mitä vaihetta halutaan tarkastella: näkymän ominaisuuksista (*properties*)
löytyvästä *phasing*-kohdasta voidaan valita näkyväksi haluttu rakentamisvaihe (*pha-*
se). Kyseisessä vaiheessa näkyviä rakennusosia voidaan suodattaa *phase filter*
-luettelon valinnoilla (kuva 8, kuva 9).

Phase filters -luettelo voidaan hallita *phasing*-ikkunan *phase filters* -välilehdellä (ku-
va 10): näkymiä voidaan tarvittaessa muokata, jotta nähdään esimerkiksi tilanne pu-
rettujen rakennusosien jälkeen tai kun halutaan nähdä vaikkapa valmis, suunniteltu
kohde.

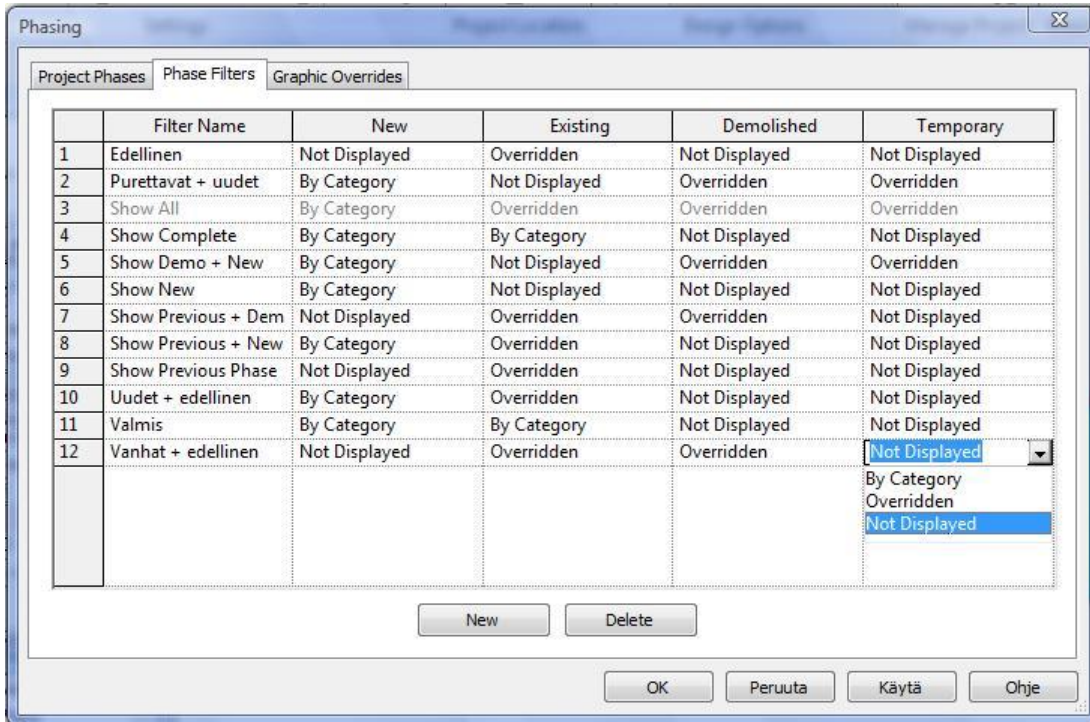
Rakennusosien graafisia ominaisuuksia voidaan muokata *graphic overrides* -välileh-
dellä. Graafisia ominaisuuksia ovat 2D- ja 3D-näkymien viiva-tyylit (*lines*) ja mahdolli-
set täyttövärit tai rasteroinnit (*patterns*), sekä 3D-näkymissä rakennusosien väri tai
materiaali (*material*) (kuva 11). Jos kolmiulotteisessa näkymässä käytettäisiin värejä
tai materiaaleja, jouduttaisiin luomaan jokaiselle eri vaiheessa olevalle rakennusosal-
le oma uusi väri tai materiaali. Tässä tutkimuksessa ei koettu tarpeelliseksi lähteä
luomaan uutta materiaalikirjastoa.



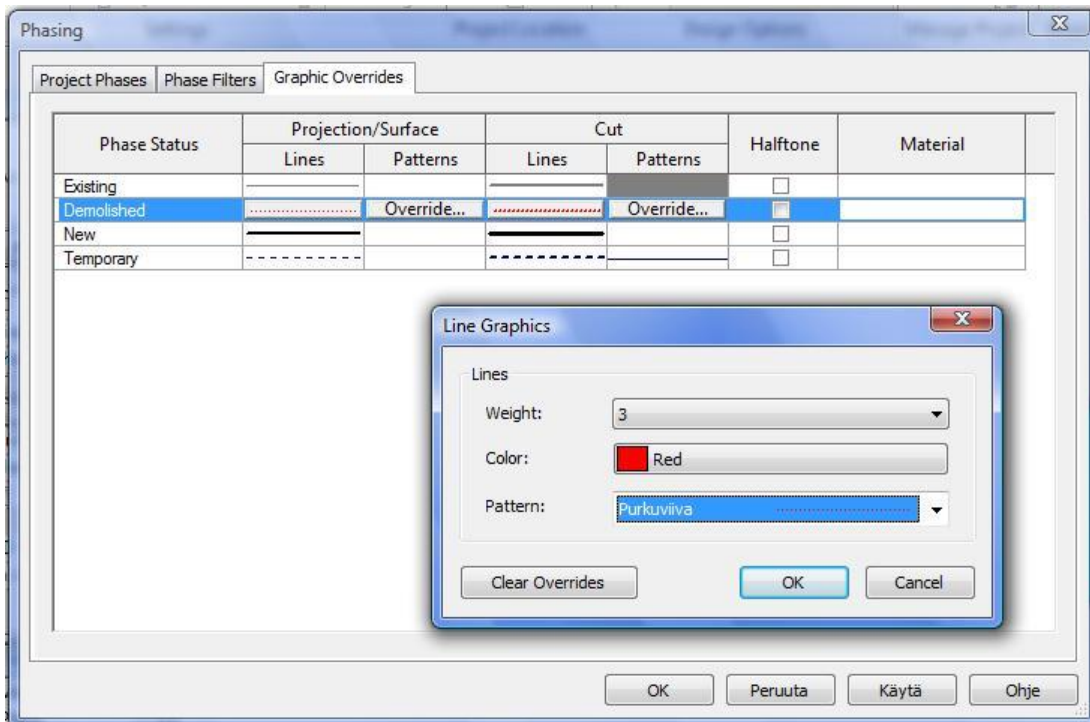
KUVA 8 Näkymän ajankohta (*phase*) "olemassa oleva" ja näkyvissä kaikki kyseiseen vaiheeseen mennessä rakennetut/puretut rakennusosat (*Show All*).



KUVA 9 Näkymän ajankohta "vaihe 1" ja näkyvissä purettavat ja uudet rakennusosat.



KUVA 10 *Phase filters* -luettelossa voidaan luoda uusia näkymiä tai muokata olemassa olevia.



KUVA 11 *Graphic overrides* -välillehdellä voidaan muokata esitystapoja.

4.4.2 Talo-osien mallinnus

Tutkimuksessa mallinnetaan ja tarkastellaan vain rakennusosat, jotka luokitellaan pakollisiksi arkkitehdin rakennusosamallissa yleissuunnitteluvaiheessa, *Yleiset Tietomallivaatimukset 2012* -ohjeessa (liite 1). Tutkittava malli tehdään suomalaiselle, vuoden 2012 lokalisoinnin sisältämälle aloituspohjalle, jossa näkymien graafiset asetukset (*graphic overrides*) ovat kuvan 11 mukaiset.

4.4.2.1 (121) Perustukset

Perustuksiin lukeutuvat rakennuksen alapohjan alapuoliset rakenteet. Arkkitehdin malliin ei yleensä mallinneta perustuksia, mutta perusmuurirakenteet mallinnetaan ainakin maanpäällisiltä osin (RT 10-11068, 3).

1212 Perusmuurit

Perusmuureihin lukeutuvat alapohjan alapuoliset muurit. Perusmuurit mallinnetaan seinäobjekteina, jotka erotetaan seinistä tunnisteilla. Aikatietoja hallitaan *phasing*-toiminnolla. Seinien mallinnus selostetaan kohdassa *1232 Kantavat seinät*.

4.4.2.2 (122) Alapohjat

1221 Alapohjalaatat

Alapohjalaattoihin lukeutuvat kantavat, maanvaraiset tasorakenteet. Alapohjalaatat jaetaan hankenimikkeistön mukaan rakenneosiin seuraavasti (Talo 2000 -nimikkeistö, 42.):

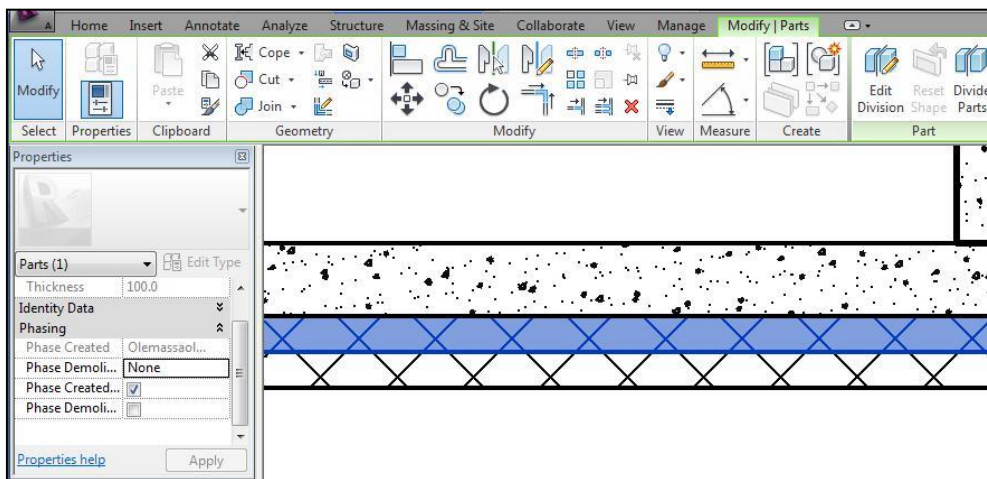
1 alapohjarakenne

2 alapohjan lämmöneriste.

Laatat mallinnetaan laattaobjekteina (*floor*) ja niihin liittyvät lämmöneristykset mallinetaan yleensä osana laattaa. Tutkittavasta sovelluksesta löytyy alapohjalaatalle valmiiksi nimetty objekti *AP1-Alapohja*. Sovellus suosittelee mallintamaan kallistuksilla olevat tai muuten monimutkaiset alapohjalaatat *foundation*-valikosta löytyvällä *foundation slab* -laattatyökalulla.

Tutkitaan tilannetta, jossa hissien lisäämisen vuoksi alapohjalaattaan joudutaan tekemään aukko. Aukon luomiseen on monia vaihtoehtoja, riippuen tapauskohtaisesti siitä, tarvitseeko aukolle määrittää aikatieta. *Opening by face* -toiminnolla voidaan luoda pelkkä aukko, joka toimii pääobjektin mukaan. Sille ei siis pysty luomaan erillistä aikatieta. Ominaisuuksiltaan samanlainen aukko voidaan tehdä myös muokkamalla itse laattaa *edit boundary* -komennon kautta. Aukon kohdalle voidaan luoda myös kokonaan uusi erillinen laatta-objekti, jolle määritetään oma ajallinen sijainti.

Jos halutaan muokata laatan eri rakenneosien aikatieta, tulee objekti pilkkoa osiin. Tämä tapahtuu *create parts* -komennolla. Syntyneet osat (*parts*) voidaan käskellä toimimaan alkuperäisen objektin mukaisesti tai niille voidaan määrittää omaa aikatieta. Aikatieta hallitaan näissäkin *phasing*-asetuksilla (kuva 12).

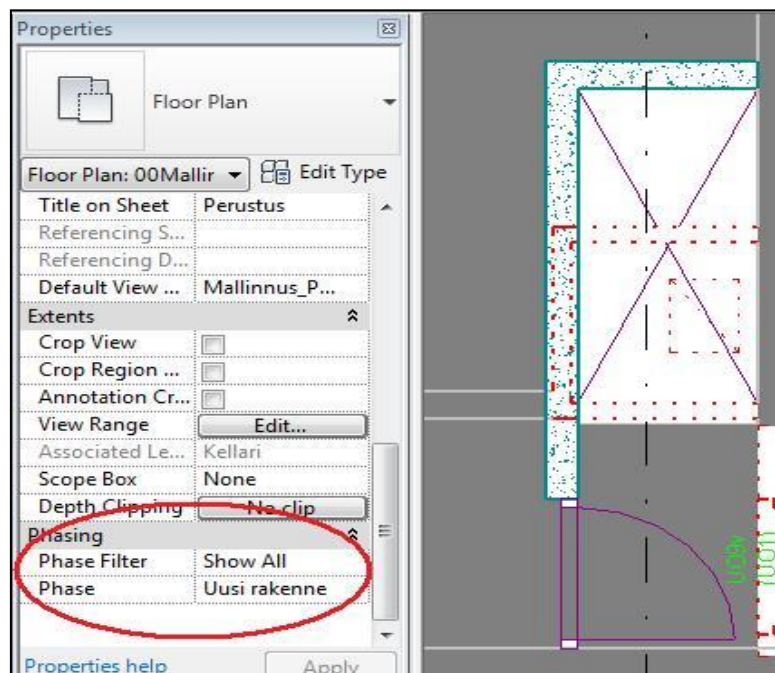


KUVA 12 Leikkauskuvaa alapohjalaatasta: laattaobjekti on pilkottu *create parts* -toiminnolla, jonka jälkeen osille voidaan määrittää eri vaiheet toisistaan riippumatta.

Jo ositettuun objektiin voidaan käyttää *divide parts* -komentoa, joka pilkkoo objektin osia vielä pienempiin osiin. Tällä työkalulla voidaan luoda aukko, jolle voidaan määrittää omaa aikatieta. Pilkkomista voidaan käyttää kuitenkin vain yhteen osaan kerrallaan, joten kaikkiin alapohjan rakenneosiin on tehtävä samanlainen aukko ja jokaiselle määritettävä aikatieta. Osittelua käytettäessä on muistettava tarkistaa näkymän

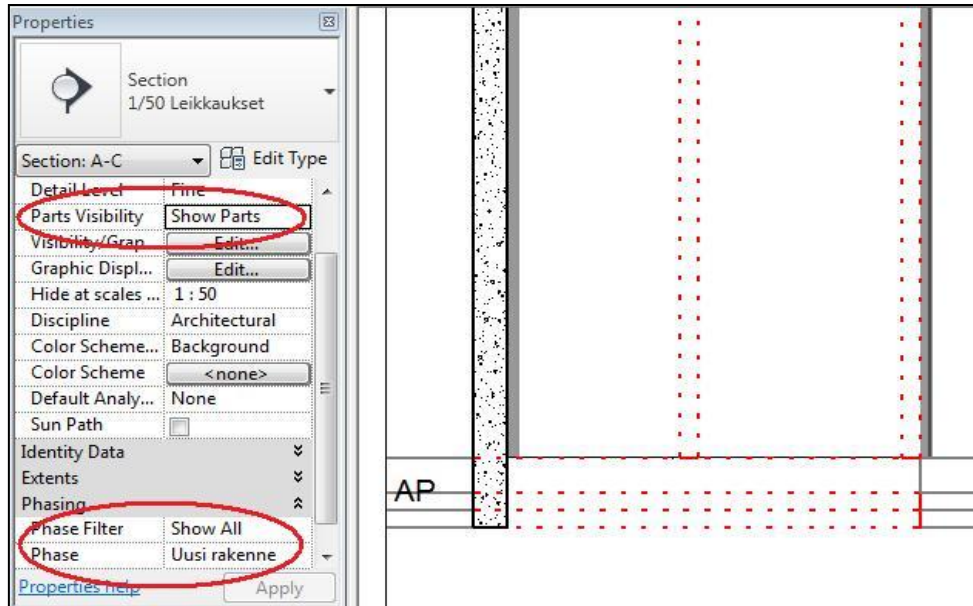
asetuksista osien näkyminen. Aukkoja tehtäessä tulisi huomioida myös mahdollisen määrälaskennan merkitys.

Pohjakuva: Pohjakuvassa laatta jää yleensä muiden rakennusosien, kuten seinien alle. Rakennustiedon ohjekortin *15-10849 Muutos- ja korjausrakentamisen piirustukset* (2005) ohjeiden mukaan laatan aukkoja korostetaan aukon kohdalla olevalla rastilla tai poikkiviivalla: uuden aukon kohdalla on rasti, olemassa olevan aukon kohdalla käytetään tummennettua poikkiviivaa ja suljettava aukko merkitään pisteviivoituksella (kuvio 6). Jos viivoille halutaan määrittää aikatietaa, viivat tulee piirtää *model lines* -työkalulla. Pohjakuvassa tummennusten käyttöä kannattaa harkita, sillä tumma laatta saattaa heikentää muiden rakennusosien näkymistä (kuva 13).

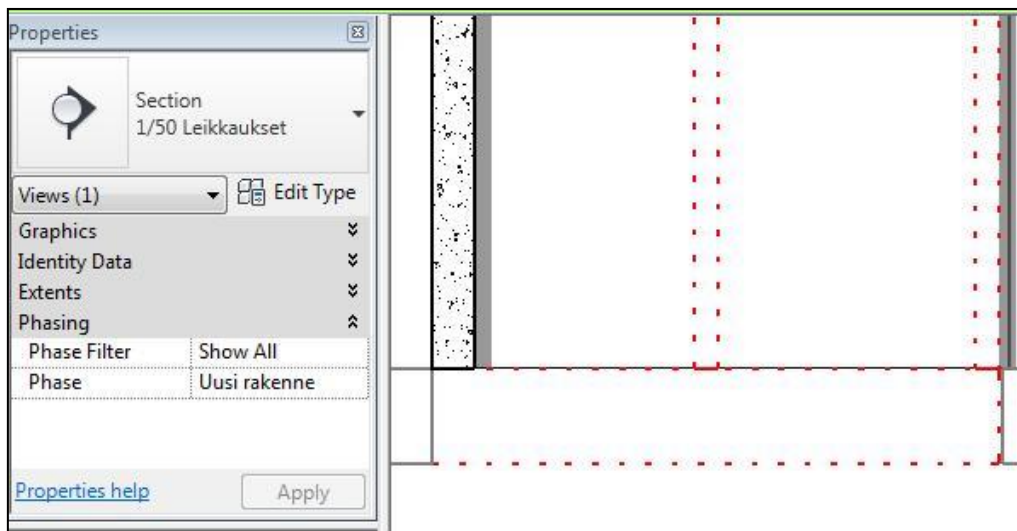


KUVA 13 Pohjakuva tulevan hissikuilun kohdalta. Laatan korostamista pohjakuvassa kannattaa harkita tapauskohtaisesti.

Leikkauskuva: Leikkauskuvassa poistettava laatta näkyy pisteviivoituksella. Jos laatta on ositettu, pisteviivoitus näkyy kaikilla ositetuilla paloilla (kuva 14). Jos aukon kohdalle on tehty oma laatta-objekti, pisteviivoitus näkyy kuvan 15 mukaisesti yhtenäisenä.

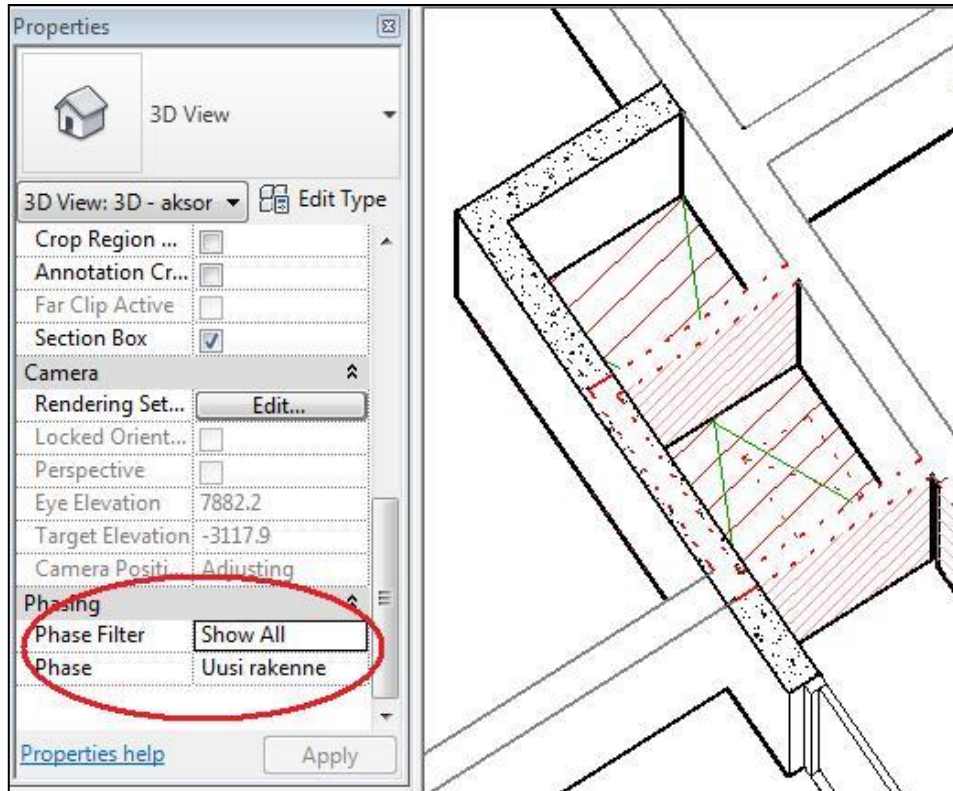


KUVA 14 Leikkauskuva tulevan hissikuilun kohdalta. Alapohjalaatta on pilkottu osiin, minkä vuoksi jokainen osa esiintyy erikseen pisteiviivalla.



KUVA 15 Leikkauskuva tulevan hissikuilun kohdalta. Poistettavan laatan kohdalle on mallinnettu oma objektinsa.

3D-näkymä: Kolmiulotteisessa näkymässä laatat saattavat jäädä muiden rakennusosien alle näkymättömiin. *Model lines* -viivoilla tehty rasti aukon kohdalla selkeyttää myös 3D-näkymässä, mutta tapauskohtaisesti kannattaa harkita rasterointien tai värien käyttöä (kuva 16).



KUVA 16 3D-näkymä mahdollisen hissikuilun kohdalta. Purettavia rakennusosia on korostettu vinoviivoituksella. *Model lines* -viivapiirroksella tehty rasti tulevan aukon kohdalla näkyy myös 3D-näkymässä.

4.4.2.3 (123) Runko

Runkoon lukeutuvat rakennuksen kantavat, suojaavat ja palo-osastointia palvelevat rakennusosat, kuten väestönsuojat, kantavat seinät, pilarit, palkit, välipohjat, yläpohjat ja runkoportaat (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 43).

1231 Väestönsuojat

Väestönsuoja jaetaan rakenneosiin seuraavasti (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 44.):

- 1 alapohjarakenne
- 2 ympäröivät seinät, kantavat väliseinät ja kattorakenne
- 3 sulkutila, hätäpoistumiskäytävä tai -aukko
- 4 suoja -ovet ja -luukut

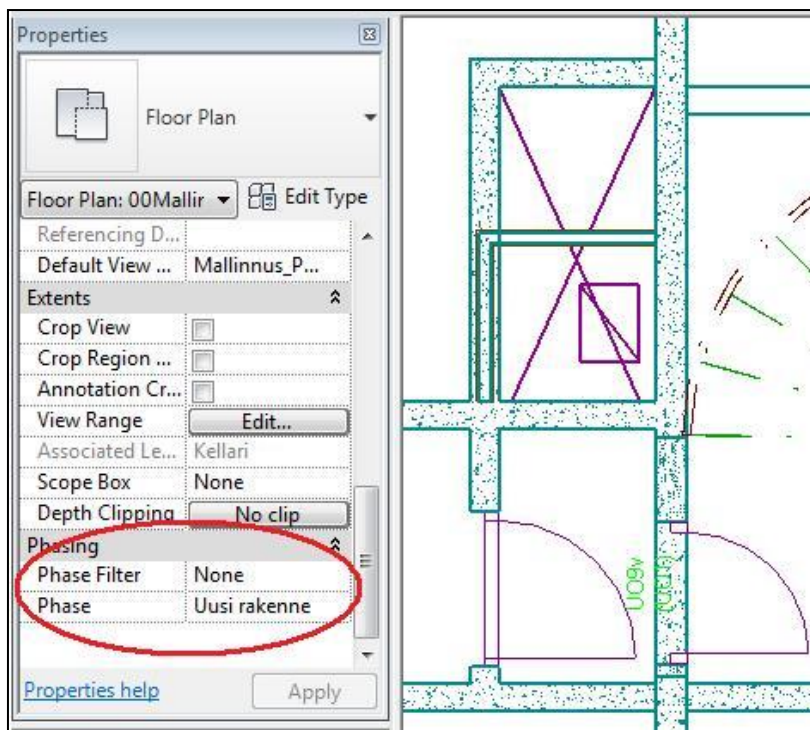
(5 kriisiajan varusteet ja kuntakohtaiset varusteet)

(6 kantavan kattorakenteen päälle tulevat tasaus- ja salaojituserrokset).

Yleiset tietomallivaatimukset (2012) ei vaadi arkkitehdin rakennusosamalliin edellä olevan luettelon 5. ja 6. kohtaa. Väestönsuojan vaakarakenteet mallinnetaan laatta-työkalulla ja seinät seinätyökalulla. Laattojen mallinnus selostetaan kohdassa 1221 *alapohjalaatat* ja seinien mallinnus kohdassa 1232 *kantavat seinät*.

1232 Kantavat seinät

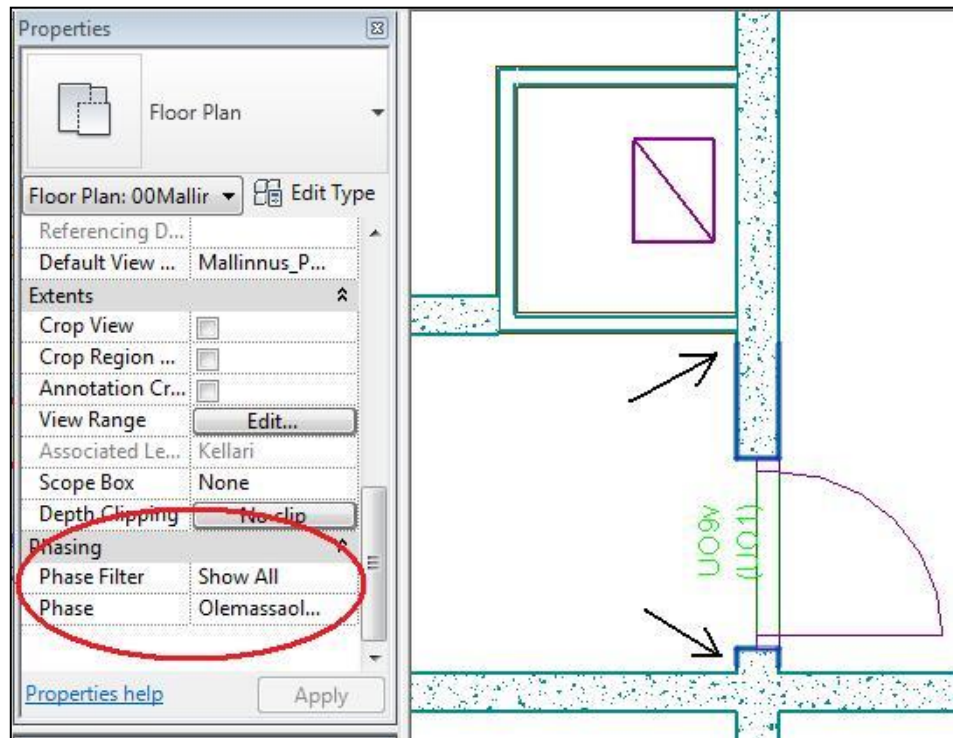
Kantaviin seiniin kuuluvat rakennuksen sisäpuoliset kantavat ja kuormia siirtävät väli-seinät ja seinämäiset palkit. Kantavat seinät mallinnetaan seinä-objekteina, joiden aikatietoja hallitaan *phasing*-toiminnolla. Tutkitaan hissien lisäämisestä aiheutuvia muutoksia: hissiä on suunniteltu vanhan hormin paikalle, portaikon viereen. Koska hormi on huoneiston sisällä, nykyinen huoneiston ovi puretaan ja seinän aukkoa suurennetaan. Mallinnetaan ensin olemassa olevien rakennusosien rinnalle suunnitellut uudet rakennusosat ja määritetään kaikille rakennusosille vaiheet (kuva17).



KUVA 17 Kaikki rakenteet (jäävät olemassa olevat, purettavat ja uudet) mallinnettu-na. Jokaiselle rakennusosalle määritetään vaiheet *phasing*-toiminnon avulla.

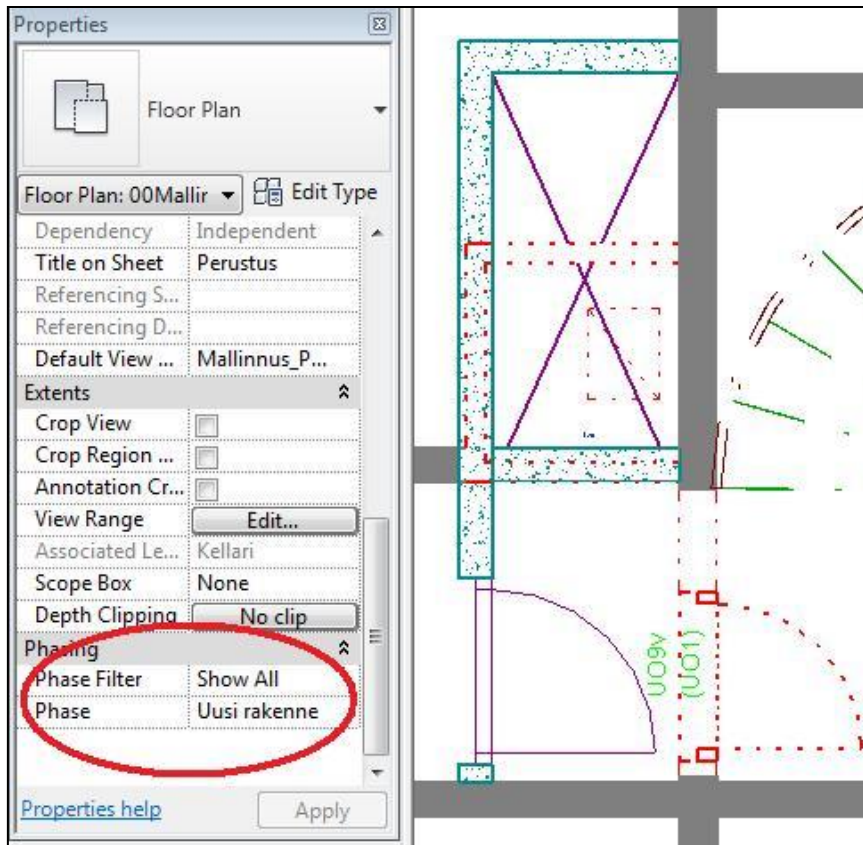
Kun vain osa seinästä halutaan poistaa tai muuttaa, tulee seinäobjekti katkaista *split*-työkalulla erillisiksi seiniksi, jotta niiden aikatietoja voidaan muuttaa halutunlaisiksi

(kuva 18). Pelkkien aukkojen luomiseen voidaan käyttää *wall opening* -työkalua, jos aukolle ei tarvitse määrittää aikatieta. Objekti kirjastosta löytyvälle *oviaukko*-objektille voidaan määrittää *phasing*-tieto. Jos tätä objektia käytetään muuten kuin oviaukkojen luontiin, tulee huolehtia niiden nimeämisestä, jottei synny sekaannuksia esimerkiksi määrälaskennassa.

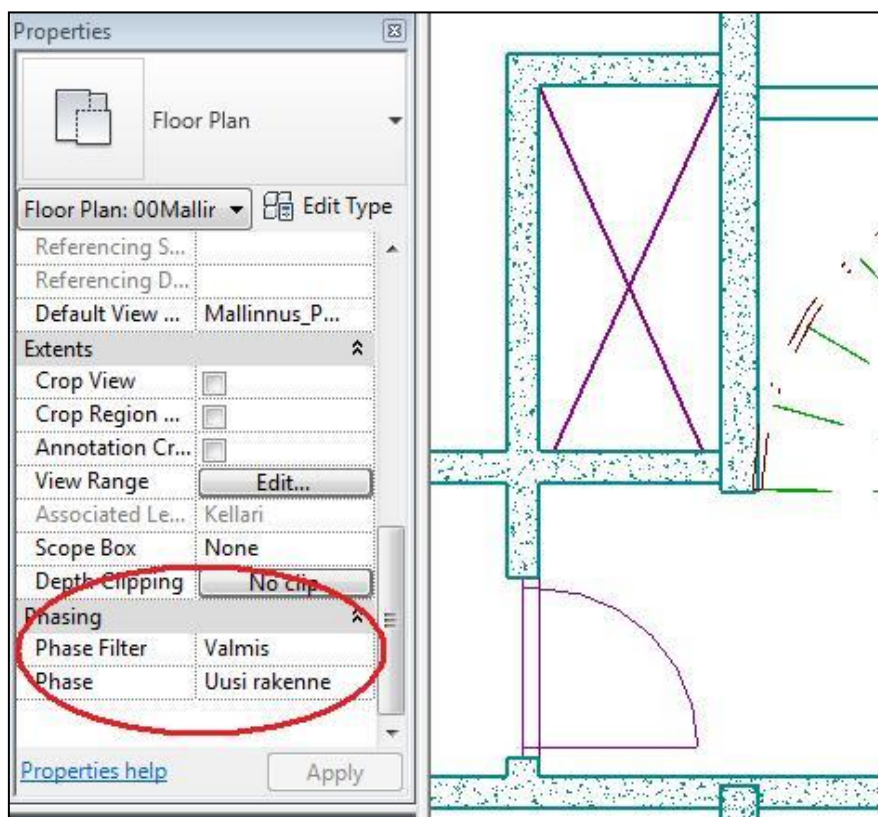


KUVA 18 Olemassa oleva tilanne. Kantava seinä on katkaistu nuolten osoittamista kohdista, jotta seinän osa voidaan määrittää purettavaksi.

Pohjakuva: Vanhat, jäivät rakennusosat näkyvät kaikissa näkymissä harmaina ja purettavat rakennusosat näkyvät punaisella pisteviivalla (kuva 19). Vanha hormi aukko voidaan piirtää pelkillä viivoilla: *detail lines* -viivapiirroksella piirrettäessä viivat näkyvät vain kyseisessä näkymässä, kun taas *model lines* -viivapiirroksella viivat näkyvät kaikissa näkymissä. *Model line* -viivatyyppille voidaan määrittää vaiheet, *detail line* -tyypille ei. Kuvassa 20 on valmiin ratkaisun pohjakuva.



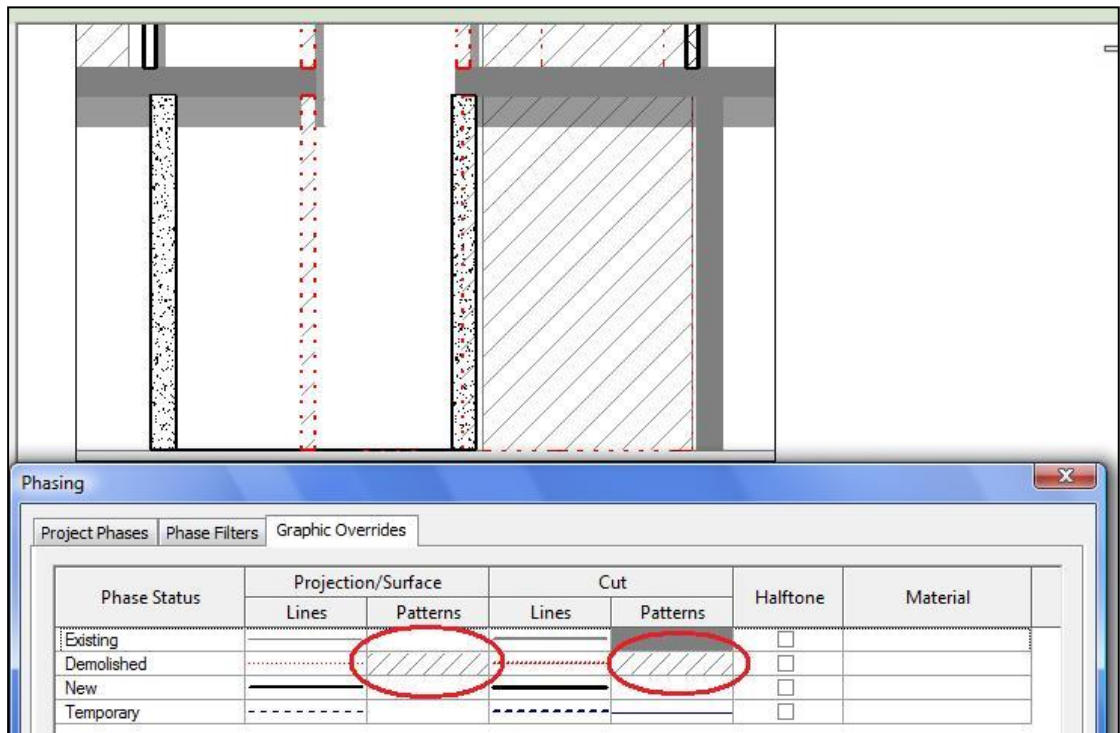
KUVA 19 Uudet ja purettavat rakennusosat



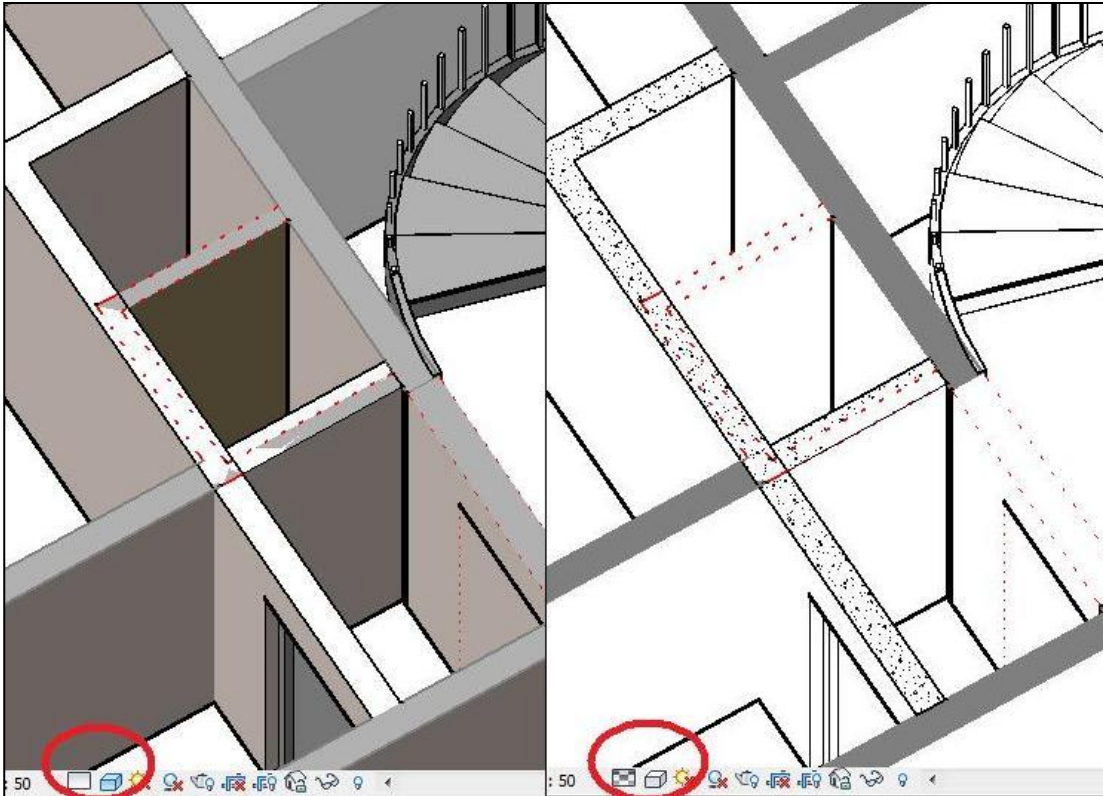
KUVA 20 Valmis, uusi ratkaisu

Leikkauskuva: Leikkaus-näkymässä leikkauksen suuntaisesti olevat purettavat seinät eivät erotu kovin hyvin. Leikkauksen kohdasta riippuen pisteviivoitus jää osittain edessä olevien seinien materiaalimerkintöjen ja täyttövärien taakse piiloon. Purettavia seiniä voidaan korostaa täyttökuvioilla tai väreillä. Värien käyttöä kannattaa harkita tapauskohtaisesti, koska musta-valkoisia tulosteita tuotettaessa sävyt eivät välttämättä erotu toisistaan kovin hyvin. Leikkautuvien pintojen näkyminen muutetaan *phasing*:n graafisista asetuksista (*graphic overrides*) (kuva 21).

3D-näkymä: Pohja- ja leikkauskuvien viivamerkinnyt toistuvat 3D-näkymässäkin. Tässäkin näkymässä vaikuttavat myös itse näkymän asetukset (kuva 22).



KUVA 21 Leikkaus-näkymä hissikuilun kohdalta. Purettavia seiniä on korostettu vino-viivoituksella.



KUVA 22 3D-näkymä hissikuilun kohdalta. Näkymän asetukset vaikuttavat rakennusosien näkyvyyteen.

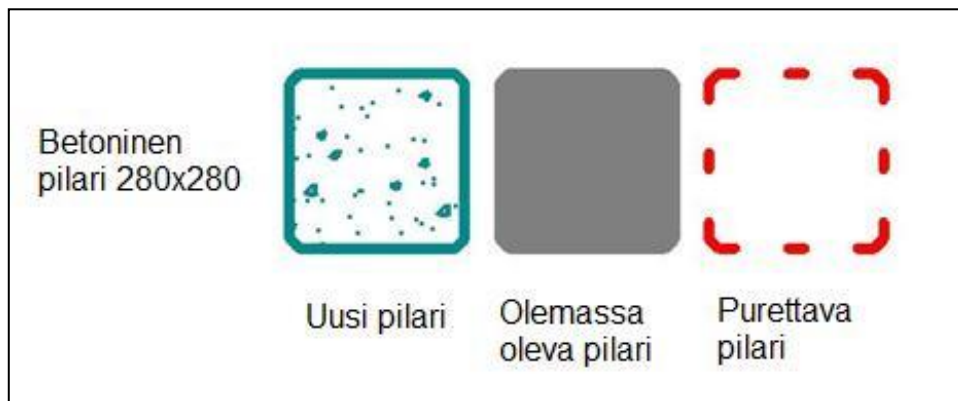
1233 Pilarit

Pilarit ja pilasterit mallinnetaan pilarityökalulla (*architectural/structural column*). Pilasterit voidaan mallintaa myös seinätyökalulla. Koska kohteessa ei ole pilareita, mallinnetaan tutkittavaksi kuvitteelliset puu-, teräs- ja betonipilarit.

Pohjakuva: Pohjakuvassa teräsputki- ja puupilarit ovat hyvin samanlaiset. Puupilarit eroavat teräspilareista pohjakuvassa puupilarin rastin perusteella (kuva 23). Teräspilareissa myös viivanpaksuus muuttuu teräksen paksuuden muuttuessa. Uudessa betonipilarissa näkyy betonin materiaalimerkintä (kuva 24), mutta merkinnän näkyvyyteen vaikuttavat pilarin korkeus, sekä näkymän syvyys ja leikkautuvuus. Pintamateriaalien muutokset merkitään rakennusselostukseen. Suomalaisen lokalisoinnin asetusten mukaan vanhat pilarit näkyvät harmaalla reunaviivalla ja purettavat punaisella pisteiviivalla.



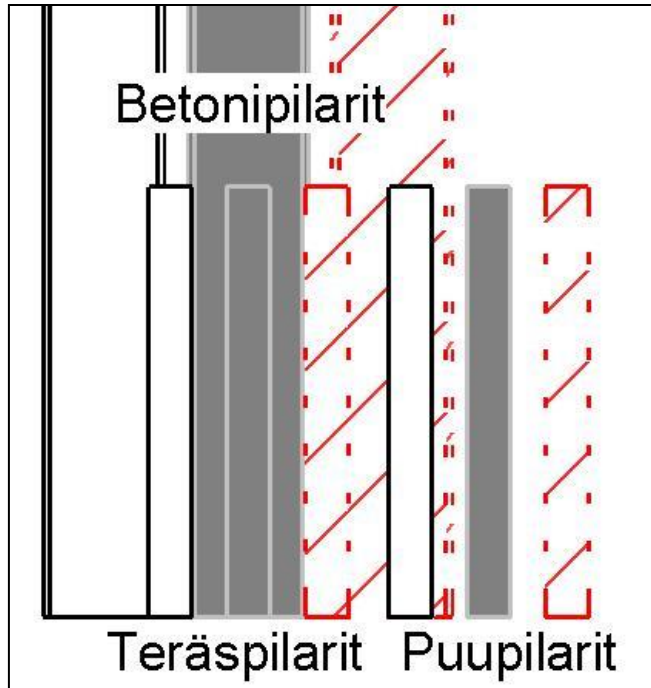
KUVA 23 Ylärivillä teräspilari ja alarivillä puupilari eri vaiheissa



KUVA 24 Betoninen pilari eri vaiheissa

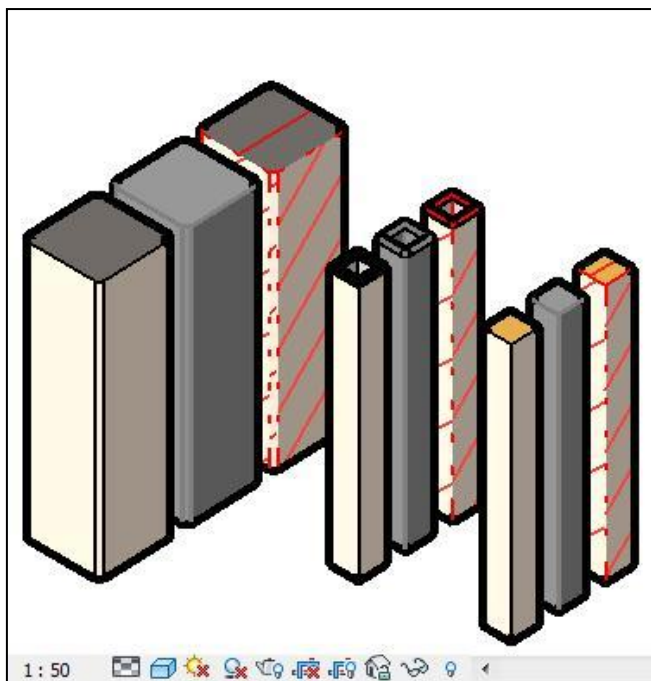
Leikkauskuva: Leikkauskuvissa pilareita kannattaa tarpeen mukaan korostaa täyttöväreillä tai -kuvioilla, jotta ne ovat helposti havaittavissa. Esimerkiksi olemassa olevaa pilaria voidaan korostaa harmaalla täyttövärillä. Tässä tapauksessa kannattaa myös muuttaa reunaviivojen sävyjä, jotta pilari ei huku muihin olemassa oleviin rakenteisiin (kuva 25). Täyttövärien käyttöä kannattaa kuitenkin harkita tulosteita tehtäessä.

Myös leikkauskuvassa teräsputki- ja puupilarit ovat samanlaiset. Betonipilareitten materiaalimerkinnot eivät myöskään näy. Kohteessa, jossa on monenlaisia ja varsinkin samankokoisia pilareita, helpoin ja nopein tapa pilareiden erotteluun on huomautus tekstillä.



KUVA 25 Takana betonipilarit ja edessä teräs- ja puupilarit. Pilareita kannattaa tarpeen vaatiessa korostaa täyttöväreillä ja rasteroinneilla.

3D-näkymä: Kolmiulotteisessa näkymässä toistuvat samat viivamerkinnyt kuin pohja- ja leikkauskuvassa (kuva 26). Koska 3D-näkymä yleensä toimii vain havainnollistamisen keinona, pilarien materiaalien erottuvuuteen ei välttämättä tarvitse kiinnittää huomiota.



KUVA 26 Betoni-, teräsputki- ja puupilarit 3D-näkymässä.

1234 Palkit

Palkkeja ovat rakennuksen kantavat palkit. Palkit mallinnetaan palkki-työkalulla (*beam*) ja aikatietoja hallitaan *phasing*-toiminnolla. Palkkien määriä ei yleensä oteta arkkitehdin mallista, joten niiden oikealla mallintamistavalla ei ole merkitystä. Myöskään niiden lopulliset rakenteelliset mitat ja liittymät muihin rakenteisiin eivät välttämättä ole tiedossa, joten palkit voidaan mallintaa vain laatan alapuolisilta osilta. Palkkien esittämisessä tulevat samat asiat esille kuin pilareissa. Pilarien mallinnus selostetaan kohdassa *1233 Pilarit*.

1235 Välipohjat

Välipohjiin luetaan kerrosten laatat tai paikalla tehty välipohja lämmön- ja ääneneristyksineen. Välipohjan ala- ja yläpuoliset tilarakenteet kuuluvat tilojen rakennusosiin. Välipohjarakenne jaetaan seuraavanlaisesti (Talo 2000 -nimikkeistö, 44.):

- 1 välipohjarakenne
- 2 lämmön- ja ääneneristys.

Välipohjalaatat mallinnetaan *floor*-työkalulla. Laattojen mallinnus selostetaan kohdassa *1221 Alapohjalaatat*.

1236 Yläpohjat

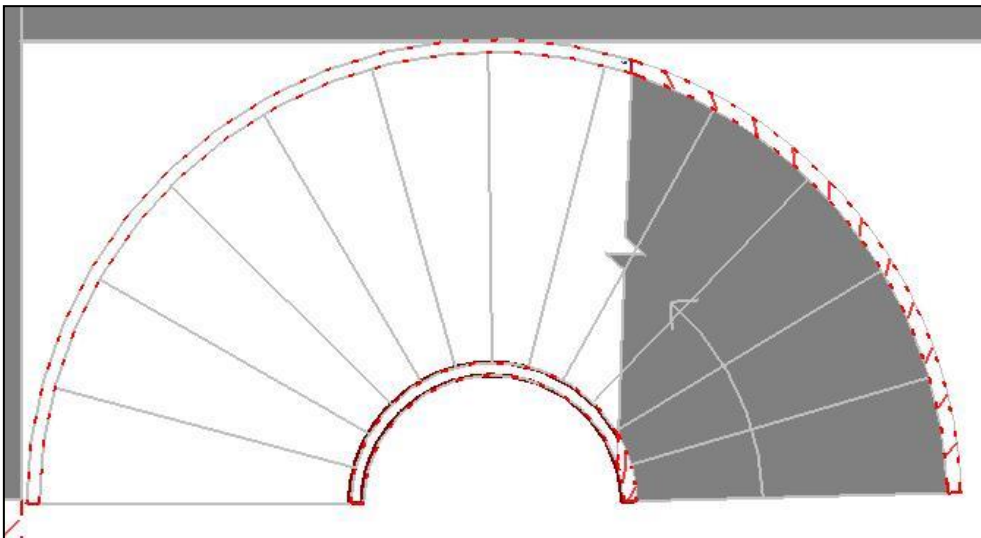
Yläpohjiin kuuluvat rakennuksen yläpuoliset laatat tai yhtenäisen rakenteen muodostavat ylimmät kantavat vaakasuorat tasorakenteet rakenteeseen kuuluvine lämmön- ja ääneneristyksineen sekä liittymärakenteineen. Yläpohjarakenne jaetaan rakenneosiin seuraavasti (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 45.):

- 1 kantava yläpohjarakenne
- 2 lämmön- ja ääneneristys
- 3 tuulensuoja
- 4 höyrynsulku.

Yläpohja mallinnetaan *roof*-työkalulla. Projektin aloituspohjassa on valmiina *YP1-Yläpohja* -niminen objekti. Yläpohjat mallinnetaan samoin kuin laatta-objektit. Laattojen mallinnus selostetaan kohdassa *1221 Alapohjalaatat*.

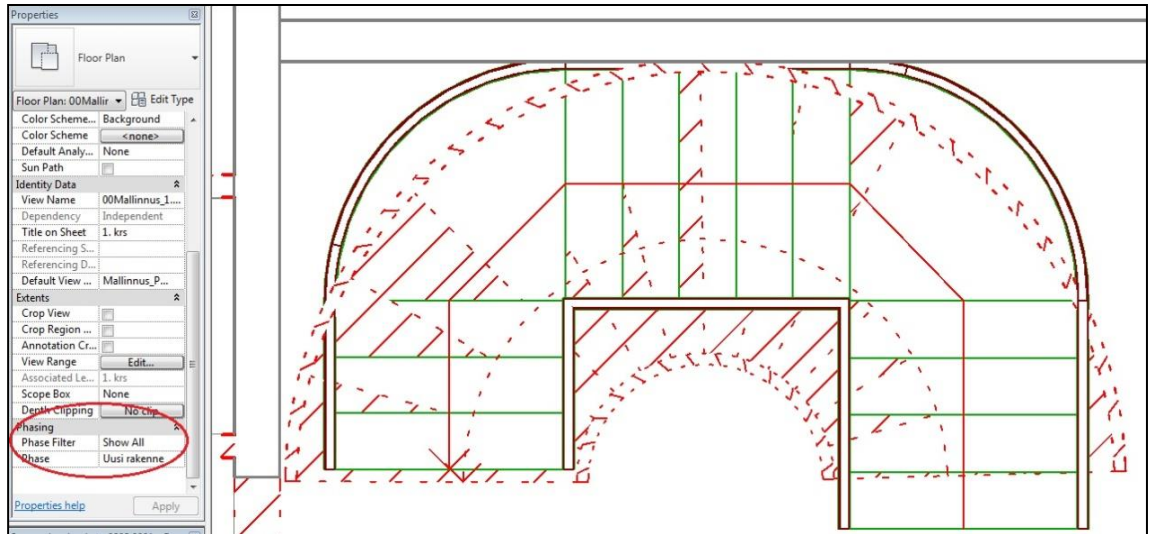
1237 Runkoportaat

Portaat luodaan omalla porrastyökälulla (*stairs*). Porrastyökälulla voidaan mallintaa samaan objektiin porrassyökset ja lepotasot, joitten aikatieto on tällöin sama. Jos lepotasoille halutaan määrittää omaa aikatietoa, ne täytyy mallintaa erikseen laattatyökälulla (*floor*). Portaita mallinnettaessa kaiteet (*railings*) mallintuvat yleensä automaattisesti, mutta ne ovat erillinen objekti, joten niille voidaan määrittää oma *phasing*-tieto (kuva 27). *Yleisissä Tietomallivaatimuksissa* (2012) ei vaadita mallintamaan kaiteita.



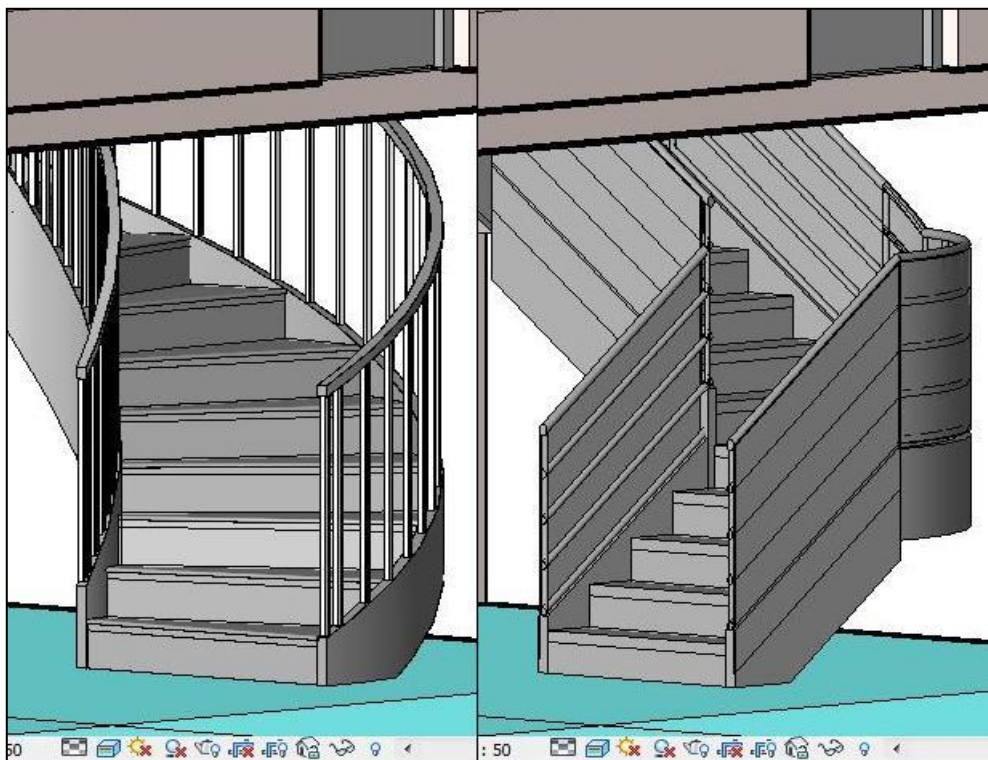
KUVA 27 Pohjakuva olemassa olevista portaista, jonka kaiteet on määritetty purettaviksi. Vanhaa porrassyökkyä on korostettu harmaalla täyttövärillä.

Mallinnetaan kuvitteellinen tilanne, jossa vanhat kierreportaat korvataan uusilla U-portailla. Uudet ja vanhat portaavat on mallinnettava päällekkäin ja molemmille määritettävä ajallinen sijainti (kuva 28). Näkymän asetuksilla määritetään, mitä vaihetta halutaan tarkastella. Kuvassa 29 esitetään uudet ja vanhat portaavat kolmiulotteisessa näkymässä.

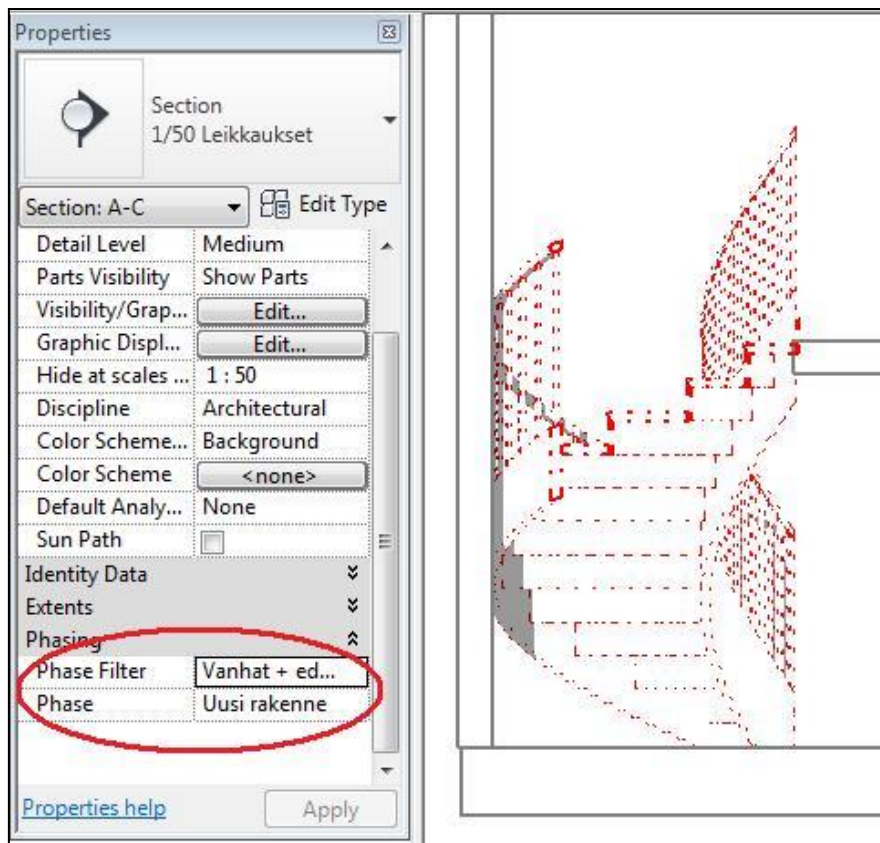


KUVA 28 Vanhat purettavat portaat ja uudet portaat mallinnettuna päällekkäin.

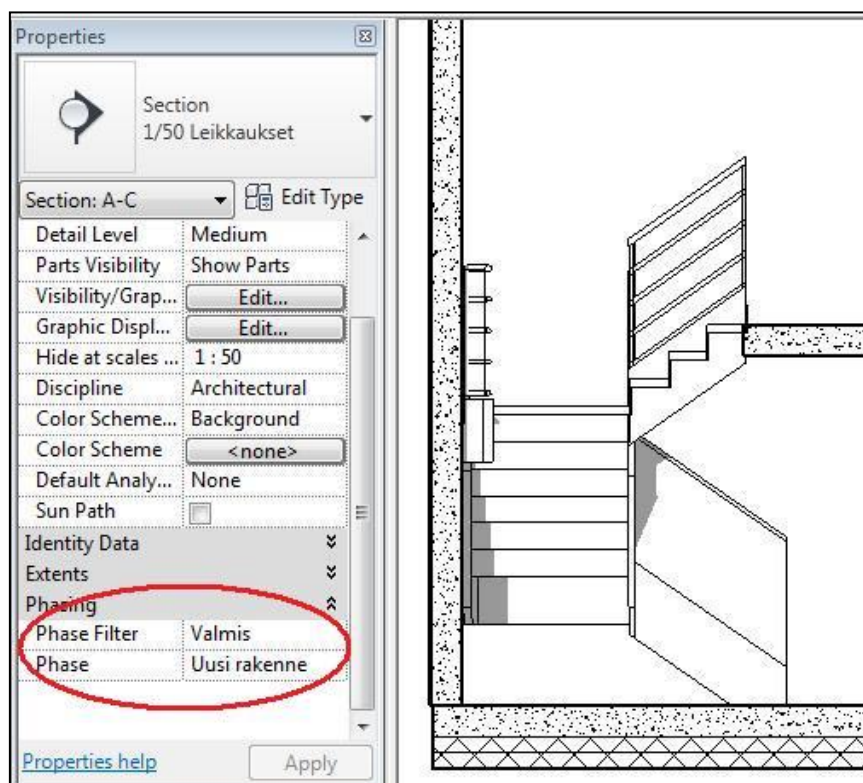
Olemassa olevat rakenteet näkyvät harmaalla ääriiviivalla, purettavat punaisella pisteiviivalla (kuva 30) ja uudet mustalla ääriiviivalla (kuva 31). Samat viivamerkinnyt toistuvat kaikissa näkymissä.



KUVA 29 3D-näkymä: vasemmalla vanhat portaat, oikealla uudet portaat.



KUVA 30 Leikkauskuva purettavista portaista



KUVA 31 Leikkauskuva uusista portaista

4.4.2.4 (124) Julkisivut

1241 Ulkoseinät

Ulkoseiniin kuuluvat kantavat, kevyet, paikallaan rakennettavat ja elementtirakenteiset ulkoseinät, sekä julkisivuverhoukset tuulensuojineen ja lämmöneristyneen. Ulkoseinän osia ovat myös yläpohjan yläpuoliset julkisivurakenteet. Ulkoseinät jaetaan rakenneosiin seuraavasti (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 46.):

- 1 ulkoseinän runko
- 2 veden- ja kosteudeneristys
- 3 lämmön- ja ääneneristys
- 4 tuulensuoja
- 5 julkisivuverhous
- (6 julkisivuverhouksen pintakäsittely).

Ulkoseinät mallinnetaan seinä-työkälulla (*wall*). Seinien mallinnus selostetaan kohdassa 1232 *Kantavat seinät*.

Case-kohteessa on suunniteltu julkisivuremonttia. Olemassa olevan ulkoseinän rakenne sisältä ulospäin on pääpiirteissään seuraava:

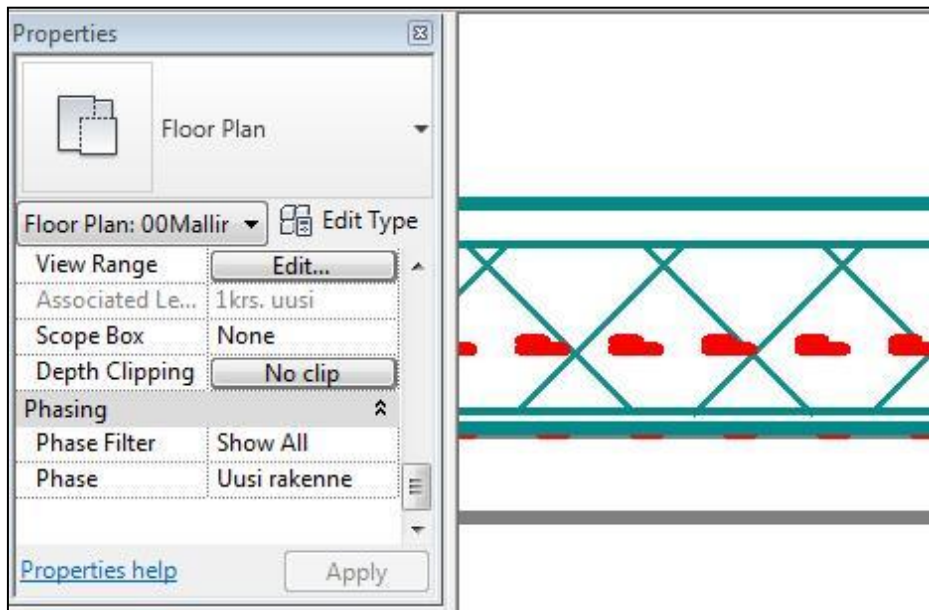
- 1 ohut betoniseinä
- 2 puuranka, jossa eriste
- 3 mineriittilevy.

Vanhat mineriittilevyt ja puurankarakenteen villoitukset vaihdetaan eristerappaukseen. Uusi eristerappaus kannattaa mallintaa erillisenä seinänä olemassa olevan seinän viereen. Jotta olemassa olevan seinän eri kerroksille (betoni, puuranka villoituneen, mineriitti) voidaan määrittää eri aikatieidot, täytyy se pilkkoa osiin *create parts*-komennolla (kuva 32).

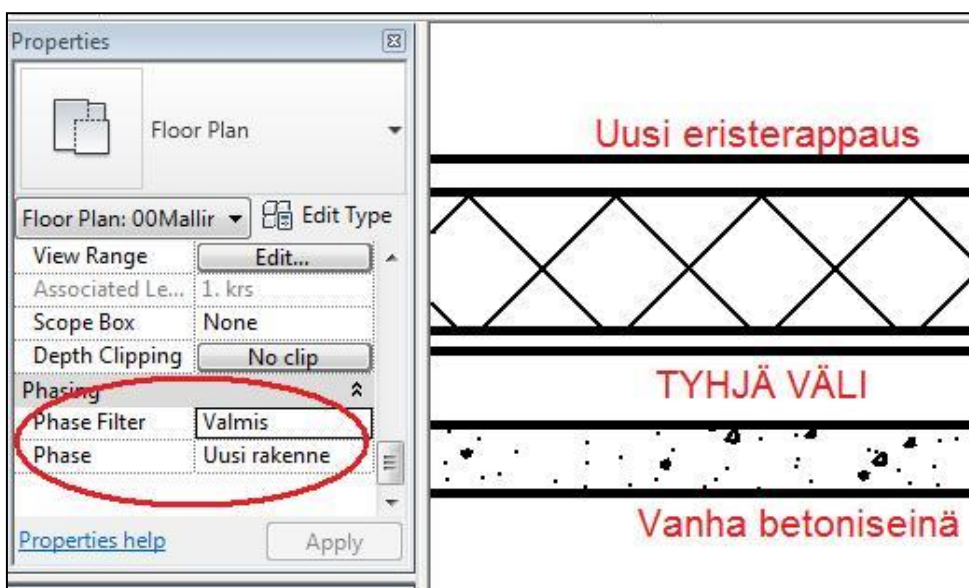
Jos uusi rakenne sisällytetään olemassa olevaan seinään, joudutaan kaikki seinän rakenteet pilkkomaan osiin ja määrittämään kaikille oma aikatieido. Ratkaisu ei myöskään anna näkymissä realistista kuvaa rakenteesta: vanha puurankarakenne villoituneen korvataan uudella villalla, joten osa rakenteesta poistuisi kokonaan ja jättäisi

tyhjän välin keskelle rakennetta (kuva 33). Kuvassa 34 esitetään vanha ja uusi seinärakenne kolmiulotteisessa näkymässä.

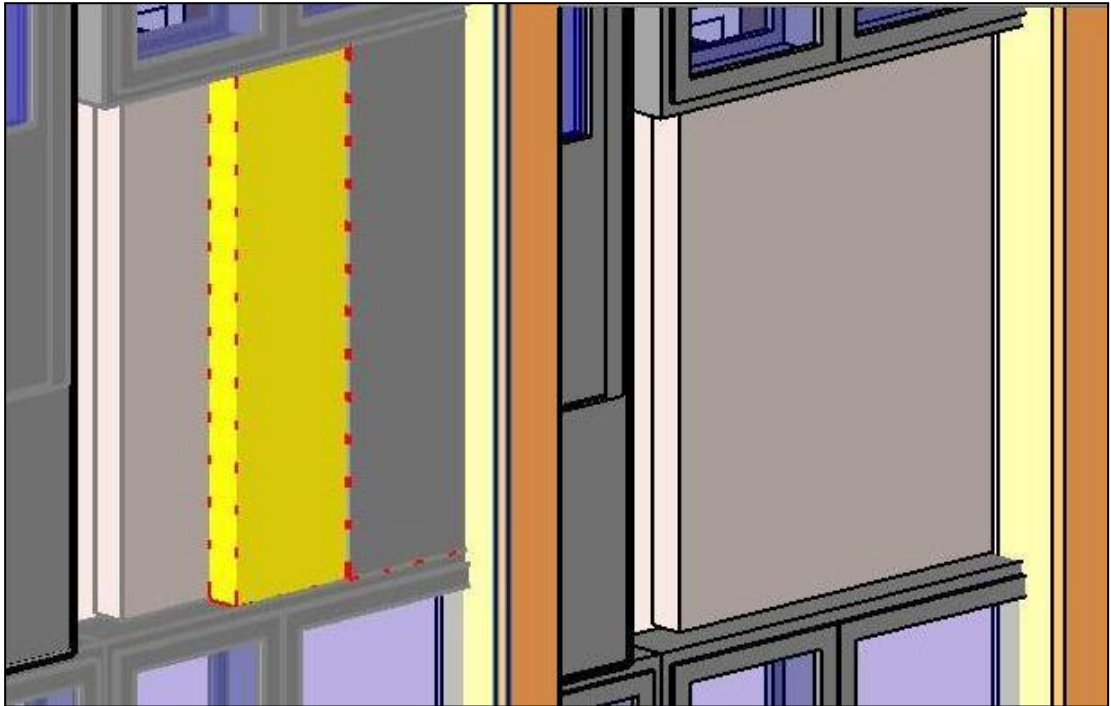
Ikkunoiden kohdalla olevat aukot voidaan tehdä *opening*- tai *edit boundary* -työkaluilla, koska aukoille ei tarvitse määrittää omaa aikatieta.



KUVA 32 Pohjakuva julkisivurakenteesta, jossa näkyvät kaikki vaiheet. Uusi villarappaus -rakenne on mallinnettu olemassa olevan seinän päälle. Poistettava minerii-tilevy ja villa näkyvät punaisella pisteiviivalla.



KUVA 33 Samaan seinä-objektiin on mallinnettu uudet ja vanhat rakenteet. Tällöin ei saada realistista kuvaa ulkoseinärakenteesta.



KUVA 34 3D-näkymä ulkoseinästä. Vasemmalla näkyvät ulkoseinän kaikki rakenneosat: uusi eristerappaus, punaisella pisteiviivituksella rajatut purettavat mineriitti ja vanha villakerros, sekä jäävä betoniseinä. Oikealla uusi, valmis ulkoseinärakenne.

1242 Ikkunat

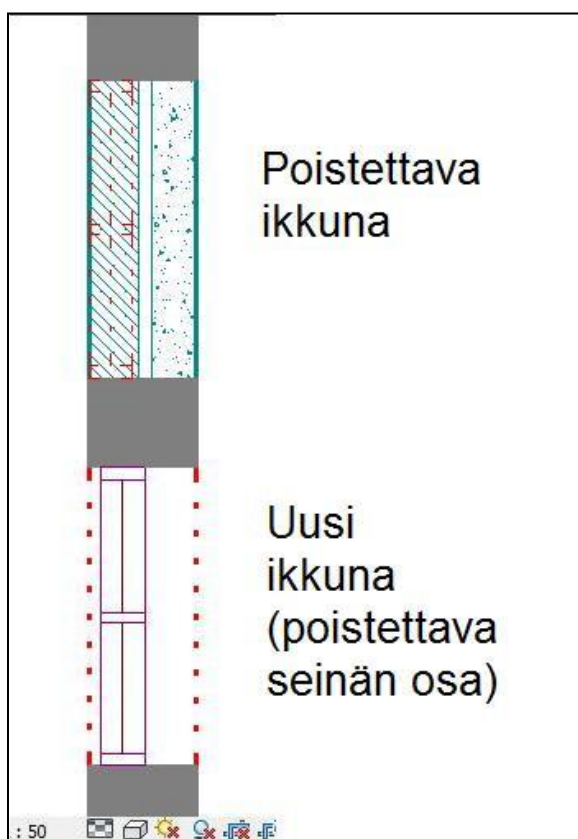
Ikkuna jaetaan hankenimikkeistön mukaan seuraaviin rakenneosiin (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 46.):

- 1 ikkunat sisältäen karmit, puitteet ja lasituslistat
- 2 lasit ja lasitustarvikkeet
- 3 ikkunoiden helat ja lukot
- (4 vesipellit)
- (5 peitelistat)
- (6 ikkunan rakenteessa olevat korvausilmaventtiilit)
- 7 ikkunan apukarmit.

Ikkunat mallinnetaan ikkuna-objekteina, joiden aikatieta hallitaan *phasing*-asetuksilla. Objektiin voidaan sisällyttää kaikki edellä mainitut rakenneosat ominaisuustietoina. *Yleiset Tietomallivaatimukset* (2012) ei vaadi mallintamaan vesipeltejä ja peitelistoja. Monet ikkunaobjektit sisältävät kuitenkin vesipellin. Ikkuna-objekti vaatii

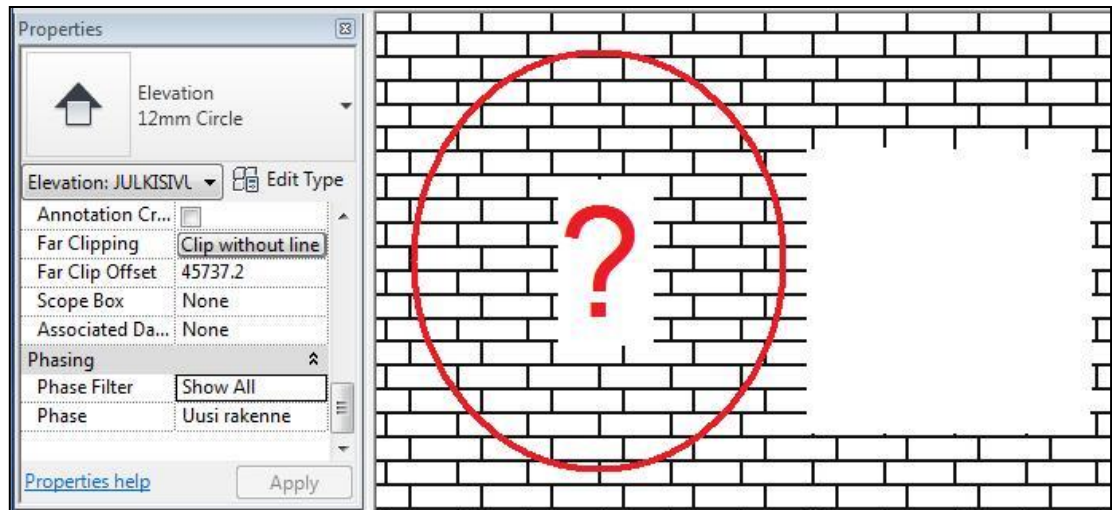
niin sanotun ”isäntäobjektin”, johon sen voi ripustaa. Mallinnetaan esimerkiksi kuvitteellinen tilanne.

Pohjakuva: Suomalaisen projektin aloituspohjan asetuksilla saadaan kuvan 35 mukaiset merkinnät: poistettavan ikkunan ääri viivat ovat punaisella piste viivalla ja uusi ikkuna yhtenäisellä mustalla ääri viivalla. Piste viivalla on merkitty myös uuden ikkunan kohdalta poistettava seinän osa. Poistettavan ikkunan kohdalle tulevaan aukkoon tulee uutta seinää.

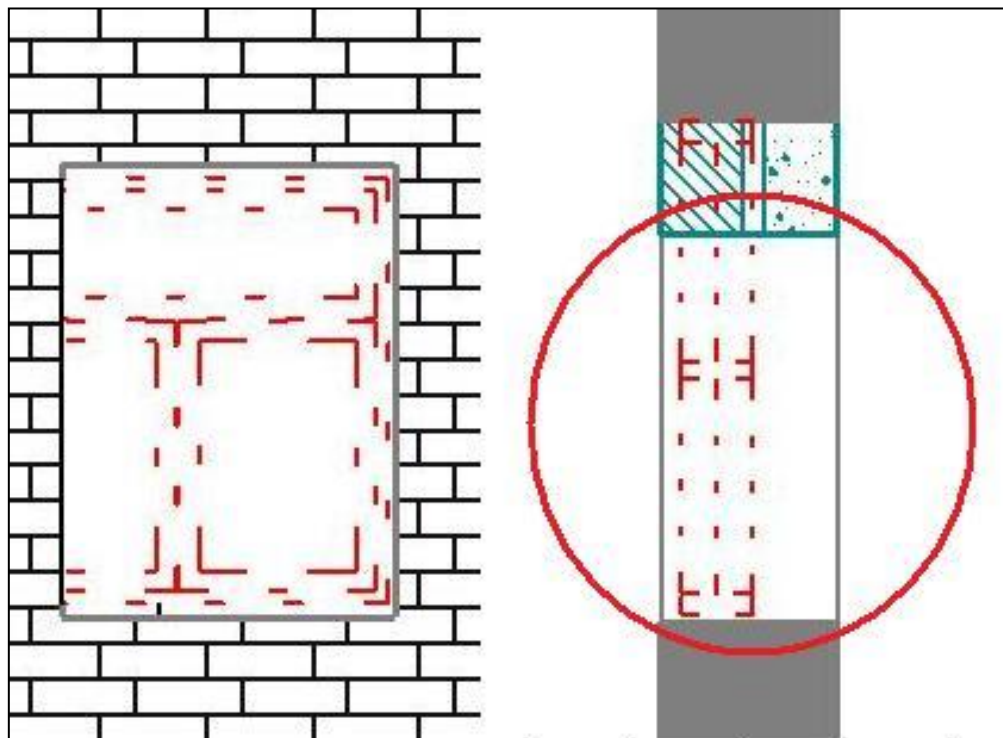


KUVA 35 Poistettavan ja uuden ikkunan esitystavat pohjakuvassa.

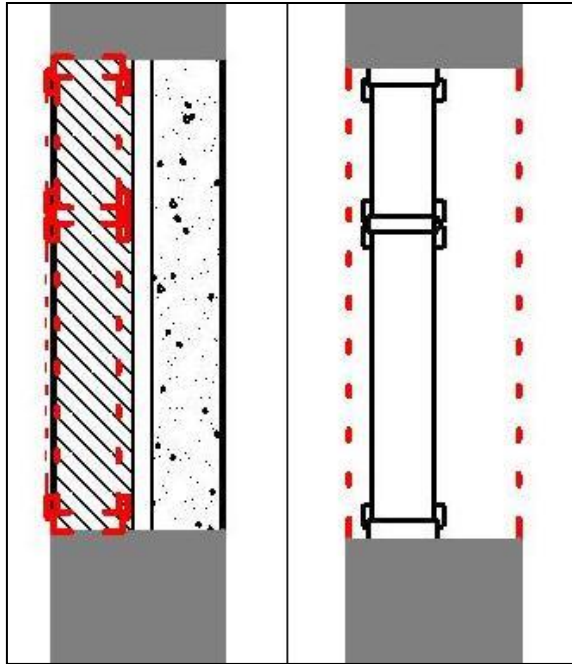
Julkisivu/leikkaus: Julkisivu- ja leikkaus-näkymissä viivamerkinnyt ovat samat kuin pohjakuvissa. Julkisivu-näkymässä ongelmaksi ilmeni ikkunan näkyminen: syvennyksessä, seinän sisällä oleva ikkuna ei näy julkisivukuvissa (kuva 36). Helpoin tapa saada ikkuna esiin, on siirtää se ulkopinnan tasalle. Jos ulkoseinään tehtäisiin aukko esimerkiksi *wall opening* -työkalulla, aukko toisi ikkunan näkyviin, mutta peittäisi uuden seinän materiaalimerkinnyt (kuva 37). Kuvassa 38 on leikkauskuvana vanhasta ja uudesta ikkunasta.



KUVA 36 Julkisivu: Uuden ikkunan takia tehtävä aukko oikealla näkyy, mutta siihen tuleva uusi ikkuna ei. Myöskään vasemmalla oleva purettava ikkuna ei näy.

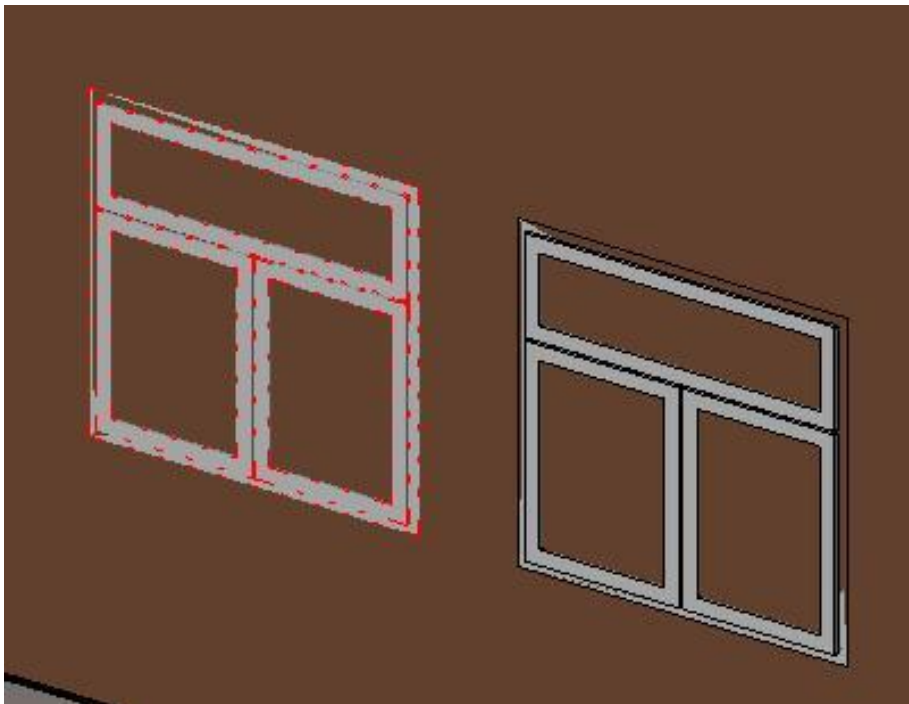


KUVA 37 *Wall opening* -työkalulla tehty aukko seinässä. Aukko peittää pohjakuvassa uuden seinän.



KUVA 38 Leikkauskuvaa: vasemmalla purettava ikkuna ja oikealla uusi ikkuna. Vasemmassa kuvassa ikkuna on siirretty ulkopinnan tasalle.

3D-näkymä: Kolmiulotteisessa näkymässä toistuvat samat viivamerkinnot, kuin muissa näkymissä (kuva 39). Tässäkään näkymässä ikkunat eivät näy, jos ne ovat syvennyksessä.



KUVA 39 Poistettava ja uusi ikkuna 3D-näkymässä. Ikkunat on siirretty seinän ulkopinnan tasalle.

Muut ikkunan rakenneosat

Vuoden 2012 lokalisointi sisältää tavallisten ikkuna-objektien lisäksi objekteja, jotka sisältävät vain tiettyjä ikkunan osia: karmin, sisäpuiteen, ulkopuiteen tai vesipellin. Tällaiset erilliset komponenttiobjektit ovat hyödyllisiä, jos suunnitellaan muutettavan vain tiettyjä ikkunan osia, eikä koko ikkunaa, koska tavallista ikkuna-objektia ei voi jakaa osiin. Komponentteja on kuitenkin hyvin vaikea havaita eri näkymissä, joten niitä täytyy korostaa esimerkiksi täyttökuvioilla. Värejäkin voidaan käyttää, mutta musta-valkoisia tulosteita tuottaessa kuviointi voi olla järkevämpi ratkaisu. Tällaiset osittaiset muutokset voidaan myös esittää pelkästään rakennusselostuksessa, jotta tietomalliin ei tule turhia, mallin tallennuskokoa lisääviä osia.

1243 Ulko-ovet

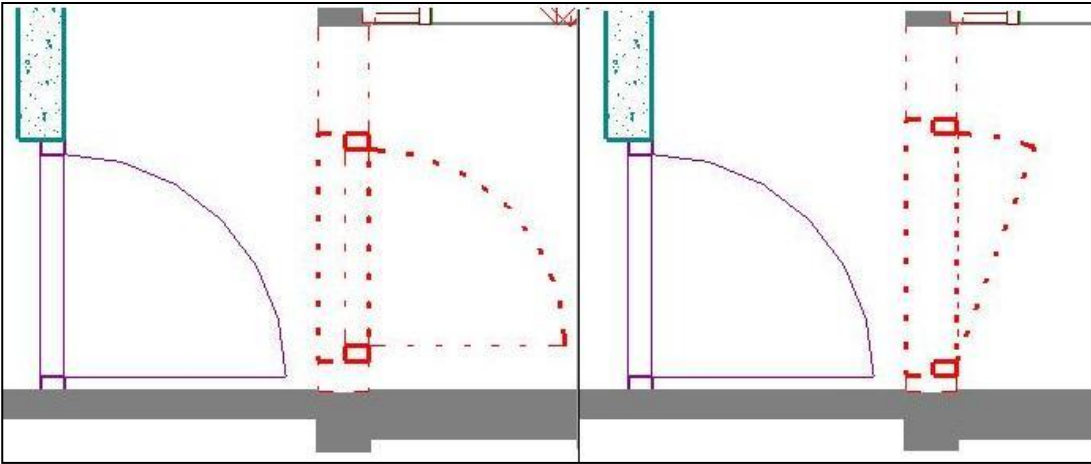
Ulko-ovet ositellaan rakenneosiin seuraavasti (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 46.):

- 1 ulko-ovi (sisältää karmin, kynnyksen ja ovilevyn)
- 2 ulko-oven lasitukset
- 3 karmin osat kuten sähköpielet
- 4 lukot ja helat
- 5 ovikoneistot
- 6 peitelistat.

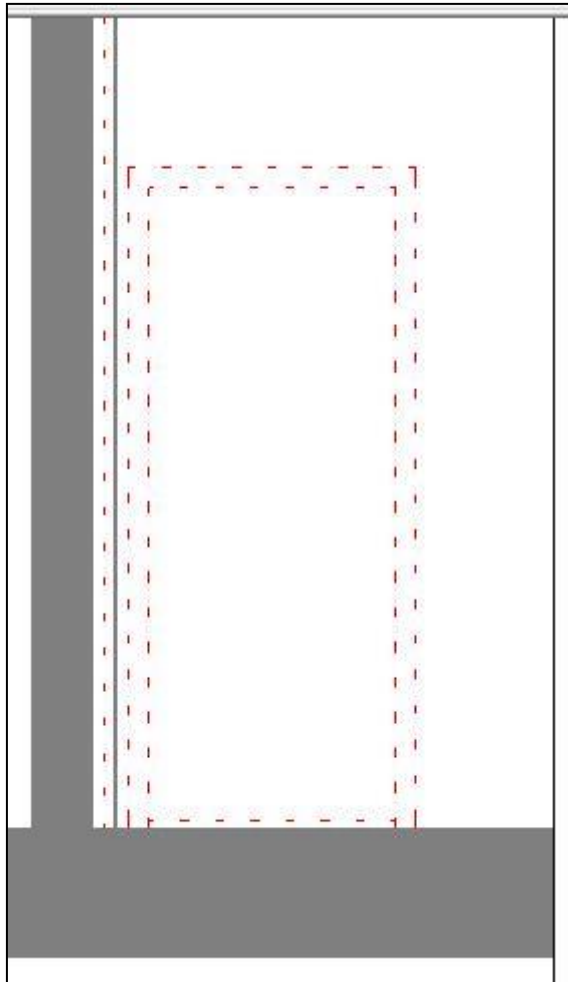
Ulko-ovet mallinnetaan ovi-objekteina. Edellä mainitut oven osat voidaan sisällyttää objektiin. Objektin ajallinen sijainti määritetään *phasing*-asetuksella. Ikkunoiden tapaan ovet vaativat myös "isäntäobjektin". Tutkitaan huoneiston ovea, joka joudutaan siirtämään uuden hissin takia.

Pohjakuva: Vuoden 2012 lokalisointi sisältää *vanha ovi* -nimisiä objekteja. Näitten objektien hyöty saavutetaan lähinnä vain pohjakuvassa, jossa ne erottuvat selkeästi uusista ovista (kuva 40).

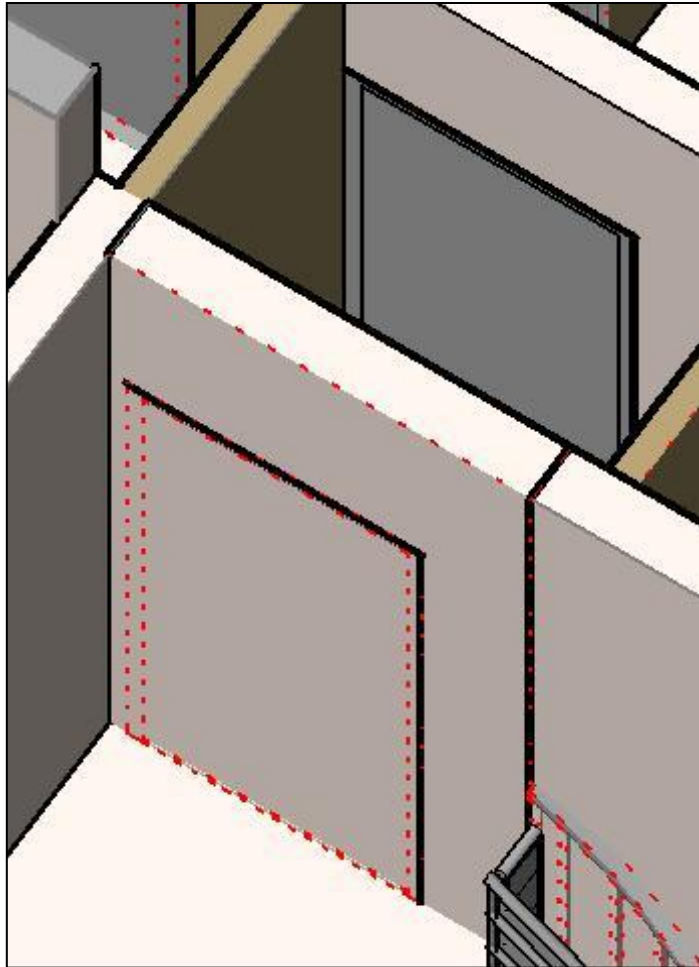
Leikkauskuva ja 3D: Pohjakuvan viivamerkinnot toistuvat leikkaus- ja 3D-näkymissä. Kuten muittenkin rakennusosien kohdalla, tulee ovien näkyvyyden parantamista, esimerkiksi rasteroinnilla, harkita tapauskohtaisesta. Näissä näkymissä *vanha ovi* -objektit eivät erotu tavallisista ovi-objekteista (kuva 41 ja 42).



KUVA 40 Pohjakuva uudesta ja purettavasta ovesta. Oikean puoleisessa kuvassa purettava ovi on mallinnettu *vanha ovi*-objektina.



KUVA 41 Leikkauskuva, jossa näkyy purettava huoneiston ovi. Oven näkyvyyttä voisi parantaa täyttökuvioinnilla.



KUVA 42 Purettava ja uusi ovi kolmiulotteisessa näkymässä

1244 Julkisivuvarusteet

Julkisivuvarusteisiin lukeutuvat talotikkaat, markiisit, suojaäleiköt, luukut ja vastaavat varusteet, jotka rajautuvat julkisivurakenteeseen. Sovelluksen objekti-kirjastosta löytyville talovarustekomponenteille voidaan määrittää *phasing*-tieto. *Yleiset tietomallimallivaatimukset* (2012) ei vaadi mallintamaan julkisivuvarusteita arkkitehdin rakennusosamalliin.

4.4.2.5 (125) Ulkotasot

1251 Parvekkeet

Parvekelaatat mallinnetaan laatta -objekteina (*floor*). Laattojen mallinnus selostetaan kohdassa 1221 *Alapohjalaatat*.

Tutkimuskohteessa suunniteltu parvekkeiden laajentaminen on yksinkertaisinta mallintaa uudella, omalla laattallaan, jolle määritetään oma aikatietonsa. Näin laajennus pystytään erottelemaan myös määrälaskennassa.

1252 Katokset

Katokset luodaan joko kattotyökalulla tai laattatyökalulla. Laattojen mallinnus selostetaan kohdassa 1221 *Alapohjalaatat* ja vesikattorakenteiden mallinnus kohdassa 1261 *Vesikattorakenteet*.

4.4.2.6 (126) Vesikatot

1261 Vesikattorakenteet

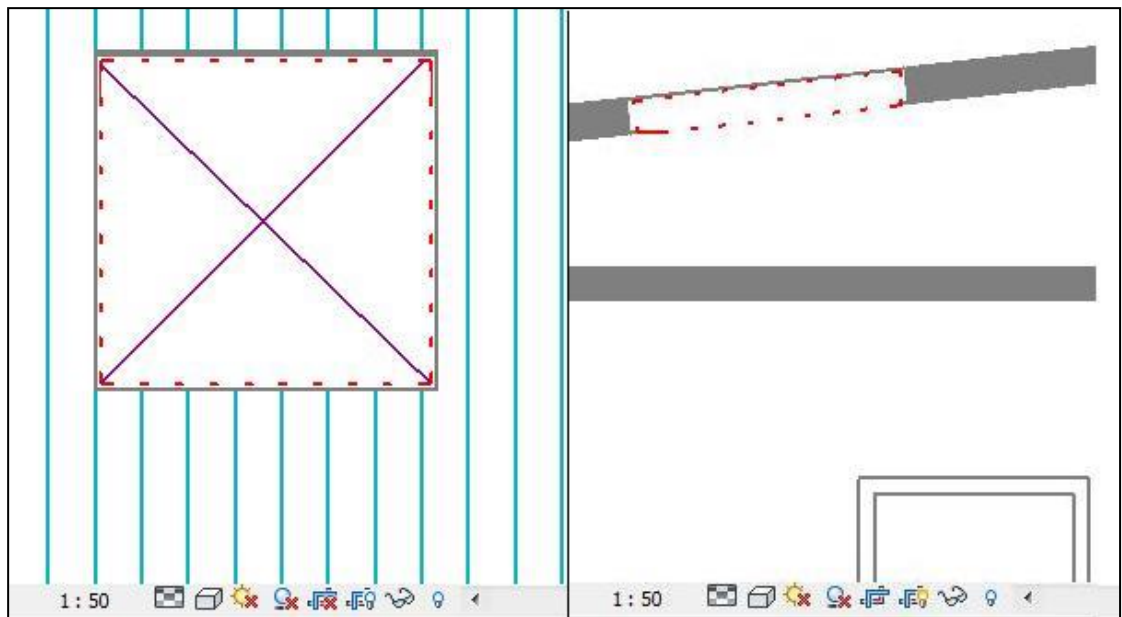
Vesikattorakenteita ovat yläpohjan kantavan rakenteen päälle tulevat rakenteet (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 48). Vesikatto luodaan *roof*-työkalun takaa löytyvänä *vesikatte*-objektina, jonka aikatiedot luodaan *phasing*-asetuksilla.

Katto (*roof*) voidaan mallintaa kahdella eri työkalulla:

- *Roof by Footprint* -työkalulla katto mallinnetaan pohjakuvassa. *Revit* suosittaa tätä työkalua käytettävän, kun halutaan luoda rakennuksen pohjakuvaa myötäilevä katto. Katolle voidaan määrittää erilaisia kallistuksia ja ulkonemia, mutta sen rakenneosia ei voi pilkkoa. Aikatietoa hallitaan *phasing*-asetuksella.
- *Roof by Extrusion* -työkalulla voidaan mallintaa vapaamuotoinen katto. Mallinnus tehdään julkisivu-, leikkaus- tai 3D-näkymässä. Tällä työkalulla tehty katto

voidaan jakaa osiin *create parts* -toiminnolla ja osille voidaan määrittää eri *phasing*-tietonsa.

Tutkitaan kuvitteellista tilannetta, jossa vesikatolle tehdään aukko. Aukkoja voidaan luoda vesikattoon samalla tavalla kuin laattoihin (*1221 Alapohjalaatat*): vesikattoon voidaan tehdä aukkoja eri *opening*-työkaluilla tai muokkaamalla itse katto-objektia, mutta näille aukoille ei voida määrittää omaa aikatieta. Yksinkertaisin tapa on tehdä aukon kohdalle erillinen katto-objekti, jolle määritetään oma ajallinen tieto. Tällöin purettava katon osa on helposti havaittavissa pohja- ja leikkauskuivissa (kuva 43).



KUVA 43 Pohjakuva ja leikkauskuva uudesta aukosta vanhassa vesikatossa. *Opening*-työkalulla tehdyn aukon kohdalle on mallinnettu oma objekti. Viivat on piirretty *model lines*-viivoilla.

1262 Rästäsrakenteet

Rästäsrakenteita ovat omana työvaiheena tehtävät räystäät niihin liittyvine osineen (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 49). Rästäslaudat löytyvät omina objekteinaan, jolle voidaan määrittää oma *phasing*-tieto. *Yleiset Tietomallivaatimukset* (2012) ei vaadi mallintamaan räystäsrakenteita arkkitehdin rakennusosamalliin.

1263 Vesikatteet

Vesikatteet jaetaan rakenneosiin seuraavasti Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 49.):

1 vesikate

2 ruode- tai aluslaudoitus, orret ja korokepuut

3 vesikatteen aluskate

4 kattokaivot.

Kohdat 1, 2 ja 3 sisällytetään tietomallissa yleensä samaan objektiin vesikattorakenteen kanssa. *Yleiset Tietomallivaatimukset* (2012) ei kuitenkaan vaadi mallintamaan vesikatteen-osiota arkkitehdin rakennusosamalliin yleissuunnitteluvaiheessa. Vesikattorakenteen mallinnus selostetaan kohdassa *1261 Vesikattorakenteet*.

1264 Vesikattovarusteet

Vesikattovarusteita ovat kulkusillat, kattotikkaat, lumiesteet ynnä muut katon turvavarusteet sekä räystäskourut ja syöksytorvet (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 49). Nämä varusteet löytyvät valmiina objekteina sovelluksesta ja niille voidaan määrittää *phasing*-tieto. *Yleiset Tietomallivaatimukset* (2012) ei vaadi mallintamaan vesikattovarusteita arkkitehdin rakennusosamalliin yleissuunnitteluvaiheessa.

1265 Lasikattorakenteet

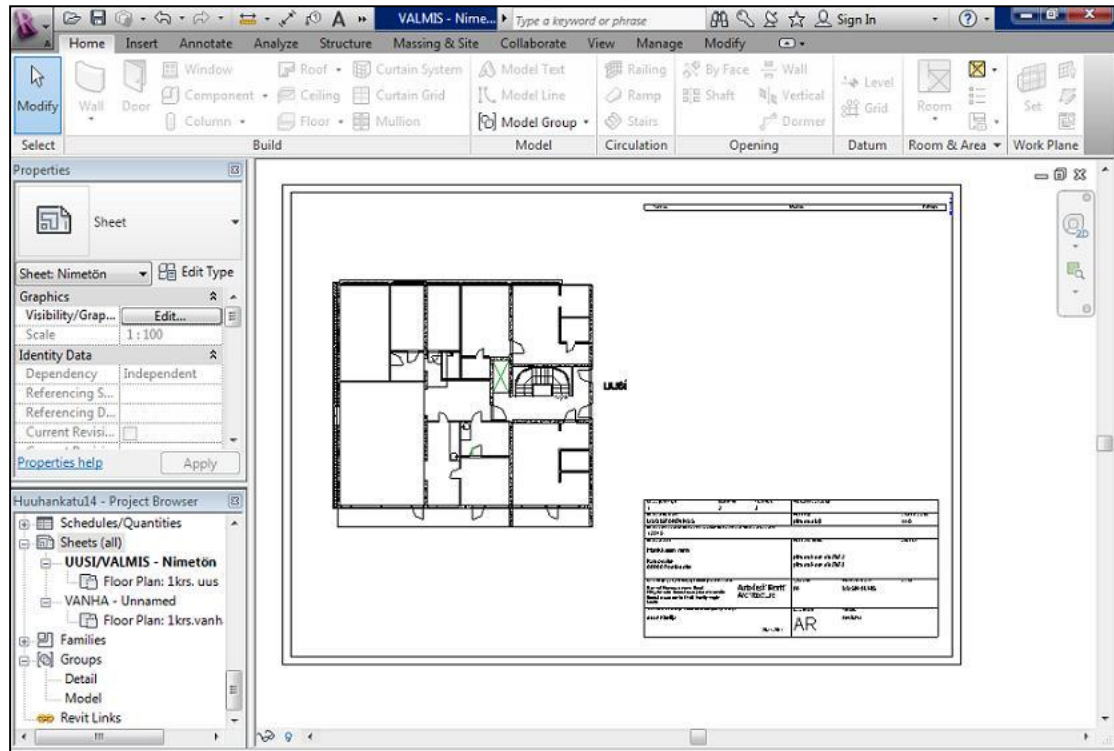
Lasikattorakenteisiin kuuluvat lasikatteet kantavine rakenteineen ja varusteineen sekä muut niihin verrattavat rakennusosat täydentävine rakennusosineen (Talo 2000 -nimikkeistö 2008, 49). Lasikattorakenteet mallinnetaan katto-työkalulla (*roof*). Kattojen mallinnus selostetaan kohdassa *1261 Vesikattorakenteet*.

4.4.3 Piirustusten tuottaminen

Tietomallista tuotettavia tulosteita varten joudutaan piirustuksiin yleensä tekemään tarkennuksia viivapiirroin ja tekstein. *Revit Architecture* -sovelluksessa muokkaukset tehdään suoraan näkymään, esimerkiksi pohjakuvaan, jonka jälkeen se viedään muokattuna halutun kokoiselle arkille (*sheet*) (kuva 44). Suomalainen lokalisointi si-

sältää luettelon standardikokoisista arkeista. Nämä arkit sisältävät myös nimiön, johon kirjataan tarvittavat projektin ja piirustuksen tiedot.

Aiemmista versioista poiketen *Revit Architecture 2012* -sovelluksessa *phasing*-asetuksilla saatu näkyvyys siirtyy suoraan tulostusarkille, mikä vähentää tulostettavan näkymän muokkausta.



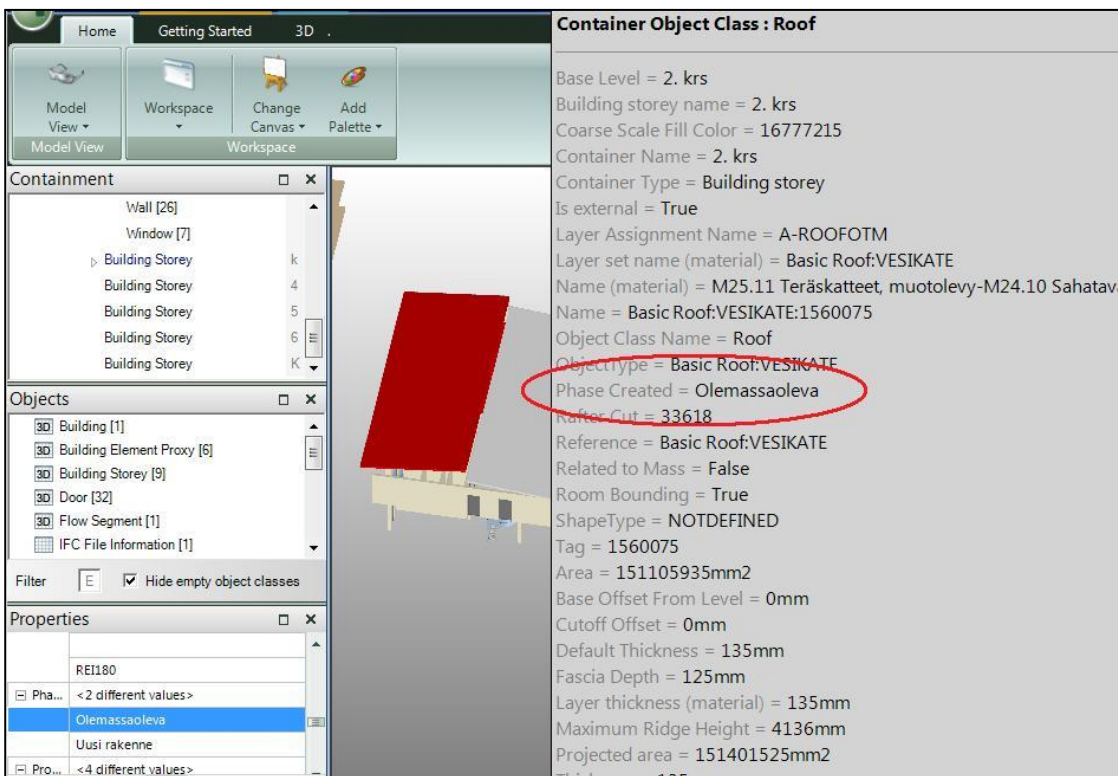
KUVA 44 Tulostusarkki *Revit Architecture* -sovelluksessa

4.4.4 Katsaus *IFC*:n käyttöön

Tarkastellaan lyhyesti *Revit Architecture* -sovelluksessa mallinnetun tietomallin aikataidon siirtymistä *IFC*-muodossa tietomallien katselusovelluksiin *simplebim* ja *Tekla-BIM Sight*. Katseluohjelmat auttavat tietomallin visuaalisessa tarkastelussa: niiden avulla pystytään tarkastelemaan ovatko kaikki oleelliset rakennusosat mukana *IFC*-muotoisessa tietomallissa ja ovatko ne kohdallaan (RT 10-11071, 14).

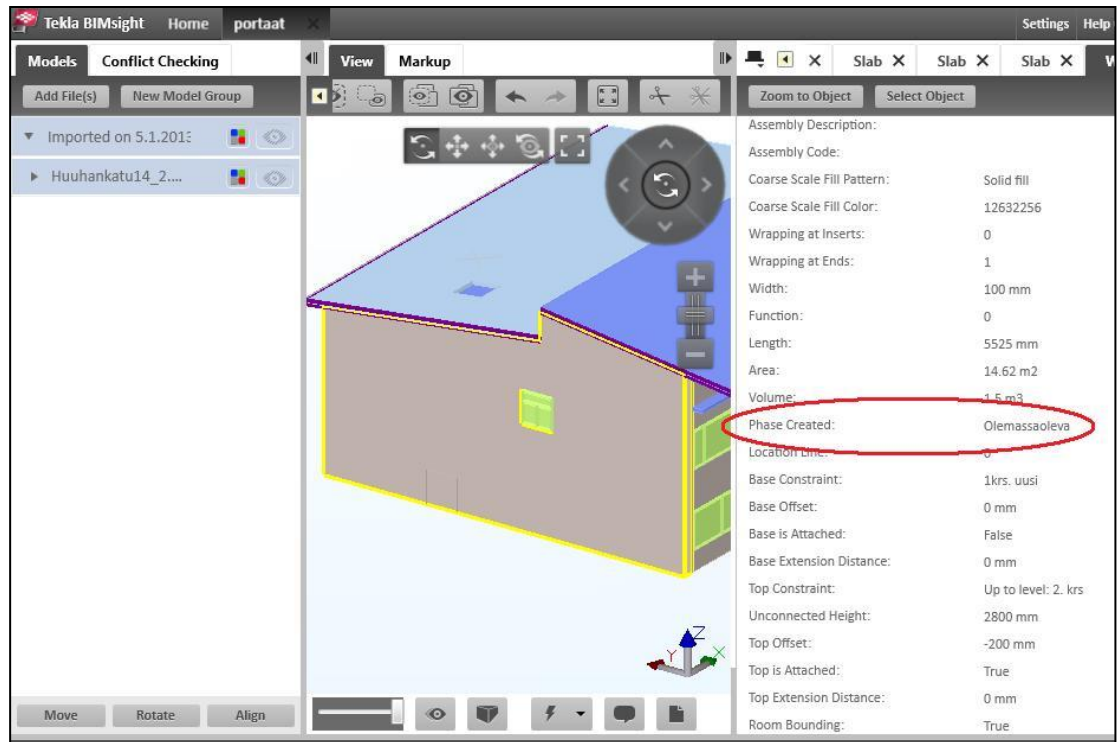
Phasing-toiminnolla luotu *phase created* -tieto löytyy mallinnettujen rakennusosien ominaisuustiedoista (kuva 45, kuva 46) ja tällä tiedolla uudet ja olemassa olevat ra-

kennusosat pystytään erottelemaan toisistaan. *Phase demolished* -tietoa ei kuitenkaan löydy. Purettaviksi tai väliaikaisiksi määritellyt rakennusosat eivät siirtyneet lainkaan *IFC*:n mukana katseluohjelmiin. *IFC*-tiedonsiirrolla siirrettävien tietomallien rakennusosille ei näin ollen voida määrittää mahdollista purkuvaihetta, vaan purettavat rakennusosat tulisi edelleen esittää tasopiirustuksissa. Toinen vaihtoehto olisi luoda purettavalle rakennusosalle oma erillinen objekti. *Phasing*-toiminnon täydellinen käyttö sopii siis tällä hetkellä vain *Revit*-sovellusten keskinäiseen tiedonsiirtoon.



KUVA 45 *Simplebim*-ohjelman käyttöliittymä

Yleiset Tietomallivaatimukset (2012) vaatii mallien luovuttamista työn aikana sekä *IFC*-muodossa että käytetyn ohjelmiston omassa tiedostomuodossa. *IFC*-tiedostomuodon käyttöä vaaditaan myös muualla maailmassa; muun muassa Yhdysvaltain hallinnon alainen *GSA* on vaatinut vuodesta 2007 ja siitä eteenpäin tietomalleista sekä *IFC*-muotoista, että käytetyn suunnitteluohjelmiston omaa tiedostomuotoa (*General Services Administration* 2007, v).



KUVA 46 TeklaBIMsight-ohjelman käyttöliittymä

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia kuinka korjauskohteen tietomallissa voidaan esittää olemassa olevat, purettavat ja uudet rakennusosat, sekä kuinka ne ilmenevät eri näkymissä. Tutkittavana ohjelmana käytettiin *Autodesk Revit Architecture 2012* -sovellusta ja siihen saatavaa suomalaista lokalisointia.

Revit Architecture -sovelluksella vaikuttaisi olevan hyvät edellytykset korjauskohteen tietomallin luontiin: vaiheistus-toiminto (*phasing*) mahdollistaa jouhevan työskentelyn olemassa olevien, muuttuvien ja uusien rakennusosien kanssa. Rakennuksen tietomalliin mallinnetaan kaikki rakennusosat (uudet, purettavat, olemassa olevat) ja *phasing*-ominaisuudella määritetään jokaiselle objektille oma ajallinen sijaintinsa projektissa. Saman toiminnon alla määritetään ja muokataan rakennusosien näkymistä eri näkymissä. Viivatyyppejä, rasterointeja ja värejä pystytään muokkaamaan halutunlaisiksi.

Yleiset Tietomallivaatimukset (2012) antaa minimikriteerit arkkitehdin rakennusosamallin sisällölle, mutta ei vetoa millään tavalla esittämistapoihin. Rakennustiedon ohjekortti antaa hyvät ohjeet viivojen, täyttövärien ja -rasterointien käytöstä perinteisiä piirustuksia tuottaessa. Nämä toteutuivatkin hyvin tietomallin tasonäkymissä. Samat merkinnät toistuivat myös kolmiulotteisessa näkymässä, mutta tapauskohtaisesti tulisi harkita tarvitseeko rakennusosia korostaa enemmän selkeyden ja havainnollistamisen parantamiseksi. Värien käyttö 3D-näkymässä vaatisi oman värikirjaston luontia, jota ei tässä opinnäytetyössä koettu tarpeelliseksi tehdä. Piirustusten luontia helpottaa *phasing*-tiedon siirtyminen myös tulostusarkeille, joka ei ole ollut mahdollista vanhemmissa *Revit Architecture* -sovelluksen versioissa.

Ongelmana ilmeni *phasing*-tiedon siirtyminen yleisimmässä tiedonsiirtomuodossa, *IFC*:ssä: tarkasteltaessa mallinnettuja rakennusosia *simplebim*- ja *TeklaBIMsight*-tietomallien katseluohjelmilla, olemassa olevat ja uudet rakennusosat olivat siirtyneet *IFC*:n mukana, mutta purettavat ja väliaikaiset eivät. Rakennusosien ominaisuuksiedoista löytyi siis rakentamisajankohta (*phase created*), mutta ei purkuajankohtaa (*phase demolished*). Toivoisin tähän ongelmaan ohjelmistojen kehittäjien kiinnittävän huomiota, koska koin vaiheistuksen käytön toimivaksi *Revit Architecture* -sovelluksessa. Sillä pystyttäisiin helposti jäsentelemään rakennusosat ajan mukaan. Tietomalliohjelmistot kehittyvät kuitenkin koko ajan ja vuosittain tulee uusia ohjelmis-

topäivityksiä, jotka saattavat sisältää uusia tai täysin poikkeavia ominaisuuksia. Muilla rakennussuunnitteluohjelmistoilla on luonnollisesti omat erilaiset tapansa esittää aikataittoa.

Tietomallin käyttö korjausprojektissa antaa monia etuja verrattuna perinteisten piirustusten käyttöön: kaikki tieto on tallennettuna samaan paikkaan, eikä suunnittelun aikana pääse tapahtumaan ristiriitaisuuksia, koska tietomallin yhteen näkymään tehty muutos tallentuu kaikkialle malliin. Tietomallin käyttö edellyttää kuitenkin suunnittelijan lisäksi osaamista ja ohjelman ymmärrystä myös muilta käyttäjiltä, jotta mallin käytöstä saadaan kaikki hyöty irti. Hyvä inventointimalli olemassa olevasta rakennuksesta edesauttaa korjaushankkeen valmistelussa ja itse suunnittelussa.

LÄHTEET

ArkSystems Oy:n www-sivu [viitattu: 12.9.2012]. Saatavissa: www.arksystems.fi

Autodesk www-sivu [viitattu: 10.9.2012]. Saatavissa: www.autodesk.fi

BuildingSMART www-sivu [viitattu:10.7.2012]. Saatavissa: www.buildingsmart.com

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. 2011. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. Second Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Freese S., Penttilä H. & Rajala M. 2007 *Arvorakennusten Korjaushankkeet ja Tuotemallintaminen* [verkkojulkaisu]. Teknillinen korkeakoulu, arkkitehtiosasto [viitattu: 17.6.2012]. Saatavissa: http://arkit.tkk.fi/senaatti/images/Arvorakennusten_korjaushankkeet_ja_tuotemallintaminen.pdf

General Services Administration 2007. *GSA BIM Guide Series: 01 – 3D-4D-BIM Overview* [verkkojulkaisu]. General Services Administration [viitattu: 11.8.2012]. Saatavissa: http://www.gsa.gov/graphics/pbs/GSA_BIM_Guide_v0_60_Series01_Overview_05_14_07.pdf

General Services Administration 2007. *GSA BIM Guide Series: 02 – GSA BIM Guide for Spatial Program Validation* [verkkojulkaisu]. General Services Administration [viitattu: 14.2.2013]. Saatavissa: http://www.gsa.gov/graphics/pbs/BIM_Guide_Series_02_v096.pdf

Kulttuuriympäristön ja korjausrakentamisen käsitteitä [verkkojulkaisu]. Ympäristöministeriö & Museovirasto [viitattu 18.6.2012]. Saatavissa: http://www.rakennusperinto.fi/muuta_sisaltoa/kasitteisto/#korjausrakentamisen

Lavento, D. 2011. BIM Selkäyttimeen. *Rakennustaito*. 2011 nro 1, 20.

National Institute of Building Sciences 2007. *National Building Information Modeling Standard, Version 1 - Part 1 Overview, Principles & Methodologies* [verkkojulkaisu]. National Institute of Building Sciences [viitattu: 11.8.2012]. Saatavissa: http://www.wbdg.org/pdfs/NBIMSv1_p1.pdf

Pro IT 2006. *Tuotemallintaminen arkkitehtisuunnittelussa*. Tampere: Rakennustieto Oy.

RT 15-10919 CAD Kuvatasojärjestelmä 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 15-10849 Muutos ja Korjausrakentamisen Piirustukset 2005. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 96-10983 Koulurakennus, korjausrakentamisen suunnittelu 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11066 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 1. Yleinen osuus. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11067 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11068 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 3. Arkkitehtisuunnittelu 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11071 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 6. Laadunvarmistus. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11076 Yleiset Tietomallivaatimukset 2012: osa 11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Talo 2000 -nimikkeistö: Yleisseloste. 2008. Tampere: Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriö 2007. *Korjausrakentamisen strategia 2007-2017*. [verkkójulkaisu] Helsinki: Ympäristöministeriö [viitattu: 1.7.2012]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=78089&lan=fi>

Liite 1

Yleisten Tietomallivaatimusten 2012 arkkitehtimallien sisältövaatimukset, talo-osat (RT 10-11068)

TA=Tarveselvitys, HA=Hankesuunnittelu, EHD=Ehdotussuunnittelu, YS=Yleissuunnittelu, LUPA=Rakennuslupa, TOT=Toteutussuunnittelu, UR=Urakkalaskenta, RA=Rakentaminen, VA=Vastaanotto, YL=Ylläpito

P=Pakollinen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (P1, P2, P3=suositeltavat tasot)

V=Valinnainen; tarkkuustaso sovitaan hankekohtaisesti (V1, V2, V3=suositeltavat tasot)

Tyhjä=Ei normaali mallinnustehtävä; mallinnustapa ja -laajuus sovitaan hankekohtaisesti

Talo 2000 nimike	TA	HA	EHD	YS	LUPA	TOT	UR	RA	VA	YL
12 Talo-osat										
121 Perustukset										
1211 Anturat (rakennemallin perusteella)										
1212 Perusmuurit				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1212 Peruspalkit										
1212 Ulkopuolinen pintarakenne										
1219 Erityiset perustukset										
122 Alapohjat										
1221 Alapohjajalaat		V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1222 Alapohjajanaalit				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1222 Alapohjan ritilät, kannet, luukut ja muut täydentävät rakennusosat						V1	V1	V1	V1	V1
123 Runko										
1231 Väestönsuojan lattia			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan seinä			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan katto			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan sulkutila, hätäpoistumiskäytävä tai -aukko				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan suojaovet ja -luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1231 Väestönsuojan tikkaat, ilmanvaihtolaitteiden ja varusteiden suojarahkki				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1231 Väestönsuojan kriisiajan varusteet ja kuntakohtaiset varusteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1232 Kantavat seinät		V1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1233 Pilarit			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1234 Palkit			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1235 Väliohjarakenne		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1236 Yläohjarakenne		V1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Portaat ja lepotasot		V1	V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1237 Kaiteet ja käsijohteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1239 Erityiset runkorakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
124 Julkisivut										
1241 Ulkoseinät				P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
1242 Ikkunat				P1	P1	P1	P2	P3	P3	P3
1242 Ikkunoiden lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1242 Ikkunan vesipellit ja peitelistat										
1243 Ulko-ovet			V1	P1	P1	P2	P2	P3	P3	P3
1243 Ulko-ovien lukitus- ja heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1244 Julkisivuvarusteet						P1	P1	P1	P1	P1
1245 Julkisivun lasirakenteet			V1	V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
125 Ulkotasot										
1251 Parvekkeen laatta- ja katosrakenne			V1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1251 Parvekkeen kaiteet ja käsijohteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1251 Parvekelasitus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1252 Katokset ja niiden rakenteet				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1253 Ulkotasot ja -portaat			V1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1253 Ulkotasojen kaiteet ja käsijohteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1253 Ulkotasojen lasitus				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
126 Vesikatot										
1261 Vesikattorakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1261 Yläpohjan palo-osastointi				P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Kulurakenteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1261 Luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1262 Räystäsrakenteet				V1	V1	V1	V1	V1	V1	V1
1262 Täydentävät rakenteet ja pellitykset										
1263 Vesikate aluskatteeseen										
1263 Kattokaivot				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1264 Vesikattovarusteet				V1	V1	P1	P1	P1	P1	P1
1265 Lasikattorakenteet				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Lasikaton heloitustiedot						P2	P2	P3	P3	P3
1265 Lasikaton seinämäinen juurirakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1265 Hoito- ja huoltotasot						P1	P1	P1	P1	P1
1266 Kattoikkunat ja luukut				P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2
1266 Kattoikkunoiden helat ja automatiikka						P2	P2	P3	P3	P3
1266 Kattoikkunan seinämäinen juurirakenne			P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2