

Salla Kuusinen

ARKKITEHDIN REVIT-MALLIN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNESUUNNITTELUSSA

Opinnäytetyö
Rakennussuunnittelu

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Salla Kuusinen	Insinööri (AMK)	Maaliskuu 2020
Opinnäytetyön nimi		40 sivua
Arkkitehdin Revit-mallin hyödyntäminen rakennesuunnittelussa		
Toimeksiantaja		
Sitowise Oy		
Ohjaaja		
Jani Pitkänen, lehtori XAMK Katja Ahola, lehtori XAMK Joonas Nieminen, Sitowise Oy		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kuinka hyvin AutoDesk Revit -ohjelmalla tehty arkkitehdinmalli on hyödynnettävissä rakennesuunnitteluun. Tavoitteena oli myös etsiä toimivia Revit-työkaluja ja -ratkaisuja toimeksiantajalle rakennesuunnittelun kannalta. Opinnäytetyöhön on saatu käyttöön esimerkkimalliksi arkkitehdin Revitillä tekemä malli kohteesta, jonka alkuperäinen rakennemalli on tehty Tekla-mallinnusohjelmalla.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin kvalitatiivisena tutkimuksena käyttäen apuna kirjallisuutta, haastatteluja sekä käytännön tekemistä. Opinnäytetyön raportti koostuu teoria- ja tutkimusosista. Teoriaosassa käytettiin tutkimusmenetelmänä kirjallisuustutkimusta, jonka avulla tutustuttiin yleisesti tietomallintamiseen ja erityisesti arkkitehti- ja rakennemallien erovaisuuksiin eri suunnitteluvaiheissa. Tutkimusosassa käydään läpi, kuinka hyvin arkkitehdin malli on hyödynnettävissä rakennesuunnitteluun ja mitä asioita on tärkeää huomioida, jotta näin tehdystä rakennemallista saadaan toimiva kokonaisuus. Tutkimusosiossa käsitellään Revitin perustoimintoja, rakenteiden kopioimista arkkitehdin mallista, Revit-mallista tulostetun IFC-muotoisen mallin tietoja sekä taso- ja elementtikuvan tekoa.</p> <p>Tutkimusvaiheessa selvisi, mitä rakenteita arkkitehdin Revit-mallista on järkevää kopioida rakennemalliin ja mitä rakenteita arkkitehdin mallista voidaan hyödyntää myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Tutkimuksen aikana selvisi myös, että yksi merkittävä ero Teklalla ja Revitillä tehdyissä rakennemalleissa on IFC-malliin saatavien tietojen eroavaisuudet. Opinnäytetyön yksi tavoite oli selvittää, mitä ja miten tietoja saadaan alkuperäisestä Revit-mallista IFC-malliin, jotta Revitistä tulostettu IFC-malli olisi yhtä käyttökelpoinen muille rakennushankkeen osapuolille ja informatiivinen kuin Teklan rakennemallista tehty IFC.</p> <p>Opinnäytetyön kautta toimeksiantaja sai tietoa Revit-ohjelman käytöstä rakennesuunnittelun kannalta. Raportissa käydään läpi tutkimus pääpiirteittäin ja tarkemmat tulokset eli toimeksiantajalle tehty ohjeistus jää ainoastaan yrityksen käyttöön. Työn aikana Revit osoitautui monipuoliseksi ja rakennesuunnittelun kannalta toimivaksi tietomallinnusohjelmaksi. Tässä työssä käsiteltiin tapoja, jotka todettiin hyödyllisiksi, mutta toiminnan kehittyessä, uusia erilaisia ja parempiakin tapoja toimia löytyy varmasti lisää. Revitin käytön kehittämistä ja sen mahdollisuuksien tutkimista jatketaan yrityksessä kehitysryhmän kautta.</p>		
Asiasanat		
Tietomallinnus, Autodesk Revit, rakennemalli		

Author (authors)	Degree	Time
Salla Kuusinen	<i>Bachelor of Engineering</i>	March 2020
Thesis title Utilizing architect's Revit model in structural design		40 pages
Commissioned by Sitowise Oy		
Supervisor Jani Pitkänen, XAMK Katja Ahola, XAMK Joonas Nieminen, Sitowise Oy		
<p>Abstract</p> <p>Purpose for this thesis was to figure out how an architect model which has been made by Autodesk Revit is accessible for structural design. Purpose was also to find useful tools and solutions to the client for the structural design. For the thesis the example Revit model have got from the architect. Structural model was previously created by using Tekla.</p> <p>Research methods for the thesis were literature, interviews and practical daily model working. Report of the thesis consists of two sections, theory and research. In the theory part literature research method was used, which enabled to orientate the Building Information Modelling. The main point of the research part is to find out how well the architectural model can be used in structural modeling and what things are important to observe to get a working structural model. The research section covers the basic functions of Revit, the copying of the architect's model, the details of the IFC model printed from the Revit model, and making the plan and elemental drawings.</p> <p>The research phase revealed which structures of the architect's Revit model make sense to be copied to the structural model and which structures of the architect's model can be utilized in later design stages. One of the aims of this thesis was to find out what and how to obtain information from the original Revit model to the IFC model. The IFC model printed from Revit should be as useful and informative to other parties to the building project as the IFC model by Tekla.</p> <p>The thesis gives information to the client on the use of Revit software for structural design. The thesis report explains the results and leaves detailed instructions for use only for the company. During the thesis work Revit proved to be a versatile and functional design modeling software. This work dealt with ways that were found to be useful, but as the action evolved, there will certainly be more new and better ways to act. The development of the use of Revit and the exploration of its possibilities will continue through the development team in the company.</p>		
Keywords Building Information Modeling, Autodesk Revit, structural model		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SITOWISE OY.....	6
3	TIETOMALLINTAMINEN.....	6
3.1	Yleisesti.....	6
3.2	Arkkitehtisuunnittelu.....	8
3.3	Rakennesuunnittelu.....	10
4	AUTODESK REVIT.....	12
4.1	Yleistä.....	12
4.2	Mallinnuksen aloittaminen ja perustoimintoja.....	13
4.2.1	Leikkaaminen.....	13
4.2.2	Suodatus ja piilottaminen.....	14
4.2.3	Referenssien lisääminen.....	17
4.3	Kopioiminen toisesta mallista.....	17
4.4	Mallin jakaminen.....	18
5	ARKKITEHDIN MALLIN MUOKKAAMINEN RAKENNEMALLIKSI.....	20
5.1	Mallin avaaminen.....	21
5.2	Arkkitehdin mallista kopioiminen.....	21
5.3	Muuttaminen rakennemalliksi.....	24
5.4	Analyysimalli näkyviin.....	25
6	IFC-TIEDOT REVITISSÄ.....	26
7	TASOKUVAN ASETUKSET.....	29
8	PRECAST-OHJELMA ELEMENTTIEN SUUNNITTELUUN.....	31
9	YHTEENVETO.....	36
	LÄHTEET.....	39

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja Sitowise Oy:ssä on käynnissä AutoDesk Revit – ohjelmaan liittyvä kehitysprojekti, jonka tavoitteena on kartoittaa ohjelman toimivuutta suunnittelun työkaluna korjausrakennus- ja rakennesuunnittelun yksiköissä. Tämän työn tavoitteena on selvittää, kuinka hyvin AutoDesk Revit-ohjelmalla tehty arkkitehtimalli on hyödynnettävissä rakennesuunnitteluun. Pää-tavoitteena on etsiä toimivia työkaluja ja ratkaisuja rakennesuunnittelun kanalta. Opinnäytetyö tehdään kvalitatiivisena tutkimuksena ja siinä käytetään tutkimusmenetelminä kirjallisuustutkimusta, haastatteluja ja käytännön kokeilemistä. Kirjallisuustutkimuksen avulla otetaan selvää yleisesti tietomallinnuksen eroavaisuuksista arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan välillä ja Revitin toiminnasta sekä sen mahdollisuuksista rakennesuunnittelussa. Haastattelujen avulla pyritään saamaan tietoa konkreettisten esimerkkien kautta Revitin käytöstä ja vaatimuksista. Tavoitteena on myös etsiä vahvuuksia, heikkouksia ja kehityskohteita.

Revit-ohjelman käyttöönottamiseen rakennesuunnittelussa uudisrakennuskoh-teissa on Sitowisellä paljon perusteluja. Sitowisellä on käytössä AutoCAD, jonka toimituspakettiin Revit-mallinnusohjelma kuuluu. Tästä on selkeä talou-dellinen etu yritykselle, kun ei ole tarvetta ostaa ohjelmaan erillistä lisenssiä. Ohjelma on kansainvälisesti laajasti käytössä, jolloin uusia sovelluksia ohjel-man ympärille kehitetään koko ajan. Käyttö on kasvanut myös Suomessa sekä arkkitehtien, että rakennesuunnittelijoiden toimesta, koska on huomattu ohjelman edut suunnittelutyössä. Etuna on myös se, että Revit toimii hyvin muiden AutoDeskin ohjelmien kanssa. Mallinnusohjelmasta saa hyvin dataa esimerkiksi FEM-ohjelmiin.

Opinnäytetyön raportti koostuu teoria- ja tutkimusosista. Teoriaosuudessa kä-sitellään tietomallintamista erityisesti arkkitehdin ja rakennesuunnittelun kanalta. Tutkimusosiossa käydään läpi, kuinka arkkitehdin malli on hyödynnettä-vissä rakennesuunnittelussa ja mitä asioita on tärkeää huomioida, jotta näin tehdystä rakennemallista saadaan toimiva kokonaisuus. Opinnäytetyön esi-merkkimalliksi on saatu käyttöön arkkitehdin Revitillä tekemä malli kohteesta,

jonka alkuperäinen rakennemalli on tehty Tekla mallinnusohjelmalla. Tutkimusosiossa käsitellään Revitin perustoimintoja, rakenteiden kopioimista arkki-tehdin mallista, Revit mallista tulostetun IFC-muotoisen mallin tietoja sekä taso- ja elementtikuvan tekoa.

2 SITOWISE OY

Sitowise Oy on yksi Suomen suurimpia rakennetun ympäristön suunnittelu- ja konsultointiyrityksiä työllistäen noin 1700 henkeä 27 paikkakunnalla Suomessa, Ruotsissa, Virossa ja Latviassa (Sitowise 2019). Sitowise Oy syntyi, kun kaksi yritystä Sito Oy ja Wise Group Finland Oy yhdistyivät 1. maaliskuuta 2017. Siton toiminta käynnistyi vuonna 1976. Neljässä vuosikymmenessä yritys kasvoi muutaman kymmenen henkilön yrityksestä yli 550 hengen konserniksi, joka tarjosi infran, liikenteen, maankäytön, ympäristön ja digitaalisten palveluiden konsultointia. Helmet Business Mentors Oy:n kokoama sijoittajaryhmä hankki Insinööritoimisto Ylimäki & Tinkasen osakekannan vuonna 2010 muodostaen Wise Group yrityksen. Yrityksen tavoitteena oli rakentaa merkittävä toimija talonrakennuksen suunnitteluun. (Häkkinen 2017.)

Sitowise tarjoaa tällä hetkellä monipuolisia palveluita talosuunnittelun, infran ja kaupunkikehityksen, sekä tutkimus- ja tarkastuspalveluiden toimialoilla. Talosuunnittelun toimialaan kuuluu esimerkiksi rakennesuunnittelu, jonka palveluvalikoimaan kuuluvat asuinrakennusten, liike- ja toimistotilojen sekä julkisten rakennusten suunnittelu. Tärkeänä osana rakennesuunnittelua on myös tietomallinnus ja digitalisaatio, joita pyritään kehittämään jatkuvasti. (Sitowise 2020.)

3 TIETOMALLINTAMINEN

3.1 Yleisesti

Tietomallinnuksen, josta käytetään myös nimitystä BIM eli Building Information Modeling, tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen.

Tietomalleja on tarkoitus hyödyntää koko rakennuksen elinkaaren ajan, suunnittelun alusta rakennusprojektin valmistumiseen ja sen jälkeiseen ylläpitoon asti. Hankkeissa tuotetaan useita tietomalleja, jotka sisältävät geometriaa ja informaatiota. Kolmiulotteinen mallinnus ja visualisointi nopeuttavat eri ratkaisujen vertailua ja tuovat suunnitelmat konkreettiselle tasolle. (Henttinen 2012a, 5.)

Suomessa mallinnus perustuu open BIM periaatteeseen, joka mahdollistaa suunnittelijoiden itse valita, mikä mallinnusohjelma on käytössä. Toimivaksi tavaksi toteuttaa avointa tietomallinnusta on todettu IFC-tiedostomuodon (Industry Foundation Classes) käyttäminen eri mallien vertailussa. Suunnittelijat tuottavat omasta mallistaan standardien mukaiset IFC-mallit, joihin on sidottu sovittu informaatio ja geometria. (Tekla 2020.) Näitä IFC-malleja tarkastellaan ja niistä voidaan koota yhdistelmämallia katseltavaksi sovel-lusohjelmilla, kuten esimerkiksi Solibri Model Viewer, Trimble Connect ja Dalux Build. Hankekohtaisesti sovitaan, mitä mallinnusohjelmistoja käytetään ja suunnittelijat ilmoittavat nämä tarjouksissaan. Erityisvaatimuksia voidaan asettaa esimerkiksi käytettävän IFC-version tai -mallien erityisominaisuuksien suhteen. Toisinaan voi olla tapauksia, joissa tilaaja voi määrittellä projektissa käytettävät ohjelmistot. (Henttinen 2012a, 6.)

Yleisissä tietomallivaatimuksissa on määritelty, mitä asioita eri suunnittelualojen malleista on missäkin suunnittelun vaiheessa löydyttävä. Myös projekti ja tilaajakohtaisesti voidaan määrittellä vaatimukset erikseen. Suunnitteluprosessi jaetaan vaiheisiin, joissa mallin tarkkuus paranee loppua kohden. Arkkitehdille ja rakennesuunnittelijalle oleelliset suunnittelun päävaiheet mallinnuksen kannalta voidaan jakaa ehdotussuunnitteluun, yleissuunnitteluun ja toteutussuunnitteluun. (Henttinen 2012a, 5.)

Ehdotussuunnitteluvaiheen tavoitteena on etsiä sopivin ratkaisu karkealla tasolla. Tässä vaiheessa käydään läpi erilaisia vaihtoehtoja, joilla kohde voidaan toteuttaa. Lähtökohtana toimii arkkitehdin alustava tilamalli, johon on mallinnettu tilat, pinta-alat ja rakennuksen kokonaistilavuus.

Vaihtoehtoisiin tilamalleihin pohjautuen tehdään alustavat kustannusarviot. (Henttinen 2012a, 13-14.)

Yleissuunnitteluvaiheessa on hyvä varautua siihen, että suunnittelussa voidaan tehdä merkittäviäkin muutoksia alustaviin suunnitelmiin ja tämän takia suunnittelijoiden olisi hyvä edetä loogisesti rinnakkain yhteistyössä. Jokaisen suunnittelualan ajantasaiset mallit olisi oltava muiden suunnittelijoiden saatavilla ja tämä mahdollistetaan esimerkiksi siten, että sovitaan riittävän tiheät tietomallien tallennusajankohdat projektipankkiin. Tässä vaiheessa on myös hyvä aloittaa suunnittelijoiden mallien yhteistarkastelu. Riippuen projektista suorittaa yhteistarkastelun joko pääsuunnittelija, tietomallikoordinaattori tai projektikohtaisesti joku muu sovittu henkilö. Yhdistelmämallille on hyvä tehdä ainakin rakenteiden ja järjestelmien tilantarpeiden visuaaliset törmäystarkastelut. Tämän avulla nähdään rakenteiden yhteensopivuus sekä se, onko esimerkiksi rakenteiden tilavaraukset huomioitu riittävällä tasolla. (Henttinen 2012a, 15-16.)

Toteutussuunnitteluvaiheen tuotettavan tiedon tarkkuustaso on oleellisesti suurempi ja kaikki mallit tarkentuvat yksityiskohtaisilla tyyppitiedoilla. Tässä vaiheessa tietomallien tavoitteena on, että suunnitelmien pohjalta voidaan laskea urakkatarjous. Kuten yleissuunnitteluvaiheessa on toteutusvaiheessa kaikkien suunnittelualojen ajantasaiset mallit oltava aina muiden saatavilla esimerkiksi projektipankissa. (Henttinen 2012a, 17.)

3.2 Arkkitehtisuunnittelu

Arkkitehdin malli toimii pohjana kaikille muille suunnittelualoille ja siksi mallin onkin oltava teknisesti oikein tehty. Arkkitehdin vastuulla on projektin alussa määrittellä esimerkiksi käytettävä koordinaatisto, koska on yleistä, että arkkitehti tekee projektin ensimmäiset mallit. Tällöin muut suunnittelijat tietävät, mihin koordinaatistoon he luovat omat mallinsa. Arkkitehdin on mallinnettava kohde kerroksittain, koska malleista tehtäviä tilaajan, rakennuttajan ja urakoitsijan tarvitsemia analyysyjä, kuten esimerkiksi määrätaulukoita, käsitellään pääosin kerros kerrallaan. Arkkitehdin mallissa jokaiseen

kerrokseen kuuluu alapuolinen laatta pintarakenteineen. Mukana on oltava alaslasketut sisäkatot ja yläpuoliseen laattaan liittyvät rakenteet, kuten esimerkiksi akustoisivat rakenteet. Korkona leikkauksissa ja pohjakuvissa käytetään valmiin lattiapinnan korkoa. Rakennesuunnittelija määrittelee kantavien rakenteiden rakennetyypit, joiden pohjalta arkkitehti mallintaa. Yleisesti arkkitehdin vastuulla on määrittellä kevyet väliseinät, muut kevyet rakenteet sekä ikkuna- ja ovityypit. (Henttinen 2012b, 5-7.)

Tietomallille asetetaan tarkkuustasovaatimus hankkeen vaiheesta ja tietomallin hyödyntämistarpeesta riippuen. Rakennuttajilla on usein omia tarkkuustasovaatimuksia, jotka pohjautuvat yleisiin tietomallivaatimuksiin. Yleisesti arkkitehdin mallin tarkkuustasot voidaan jakaa kolmeen tasoon:

1. Mallin pääasiallinen käyttötarkoitus on suunnittelijoiden välinen kommunikaatio ja yhteensovittaminen. Mallissa rakenteiden sijainnit, nimet ja geometriat ovat vaatimuksenmukaiset.
2. Mallin pääasiallinen käyttötarkoitus hanke- ja luonnosvaiheissa on energia-analyysit ja rakentamisvaiheessa määrälaskenta. Mallissa rakenteiden rakennetyypit, nimi, sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti. Tärkeää on, että kappalemäärä ja muu oleellinen määrätieto saadaan mallista tuotetyypeittäin.
3. Mallin pääasiallisena käyttötarkoituksena on työmaan aikataulutusta ja hankinnat. Mallissa rakenteiden rakennetyypit, nimi, sijainti ja geometria on mallinnettu vaatimusten mukaisesti. Tärkeää on, että mallista löytyy hankintoja varten oleelliset tiedot niin, että ne voidaan listata. Ikkunasta on oltava mallissa esimerkiksi tyyppi, aukkomitta ja desibelivaatimukset. (Henttinen 2012b, 7.)

Eri suunnitteluvaiheissa arkkitehdin mallista on löydettävä sovitut rakenteet sovitussa tarkkuustasossa. Ehdotusvaiheessa arkkitehdin mallia voidaan kutsua tilamalliksi, koska mallista tulee saada selville tilojen käyttötarkoitukset, tilojen pinta-alat sekä rakennuksen kokonaistilavuus (Henttinen 2012a, 14). Tässä vaiheessa voidaan tehdä useampia tilamalleja, koska

tarkoituksena on tutkia erilaisia vaihtoehtoja, joissa on esitetty rakennuksen massoittelu ja sijoittuminen tontille (Henttinen 2012b, 12).

Yleissuunnitteluvaiheessa ehdotusvaiheen suunnitelmaa kehitetään toteutuskelpoiseksi. Tämän vaiheen tarkkuustaso on yleensä yksi ja mallia voidaan kutsua rakennusosamalliksi. (Henttinen 2012b, 16.) Arkkitehdin malli sisältää yleissuunnittelun päättyessä tilat, kantavat rakenteet, seinät tyypeittäin sekä ovet ja ikkunat. Mallin perusteella on voitava generoida tarvittavat piirustukset rakennusluvan hakemista varten. (Henttinen 2012a, 15.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa rakennusosamallia kehitetään siten, että se vastaa rakentamisen edellyttämiä vaatimuksia. Tarkkuustaso on yleensä yksi tai kaksi. (Henttinen 2012b, 17.) Tämän vaiheen päättyessä arkkitehdin mallin on oltava mittatarkka ja rakennusosat on oltava siinä muodossa, kuin ne on tarkoitus toteuttaa. On tärkeää, että mallia on mahdollista käyttää määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa. Arkkitehdin toteutussuunnittelun malli toimii edelleen pohjana kaikkien muiden suunnittelualojen malleille. (Henttinen 2012a, 17.)

3.3 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelijan suunnittelumallia kutsutaan rakennemalliksi, joka kehittyi ja tarkentuu suunnitteluprosessin edetessä. Rakennemallin vaatimuksena on, että mallista on löydyttävä kaikki kantavat rakenteet ja kaikki ei-kantavat betonirakenteet. Näiden lisäksi on hyvä mallintaa rakennustuotteet esimerkiksi palosuojalevyt, joiden koolla ja sijainnilla on merkitystä muille suunnittelijoille. Palosuojalevyjen mallinnus havainnollistaa talotekniselle suunnittelulle, kuinka paljon heillä on tilaa käytössä. Rakennesuunnittelijan vastuulla on myös rakennetyyppien määrittäminen. (Kautto 2012b, 6).

Rakennesuunnittelijan mallia voidaan hyödyntää monella eri tavalla eri rakennushankkeen vaiheissa. Yksi rakennemallin tärkeimmistä hyödyistä on luotettavien määrätietojen saaminen. Myös työmaalla voidaan hyödyntää

rakennemallia esimerkiksi aikataulutukseen, logistiikan hallinnoimiseen ja työmaan organisointiin. Jotta rakennemalli olisi mahdollisimman tehokkaasti hyödynnettävissä, on tärkeää, että rakenteita mallintaessa rakennusosan sijainti, nimi, tyyppi ja geometria ovat oikein ja kulkevat rakennusosan mukana. Rakennesuunnittelijan vastuulla on, että rakennusosat ovat oikein. Rakennemallin kerrokseen kuuluvat kantavat rakenteet ja yläpuolinen välipohja. Jotta suunnittelualojen mallien yhteiskäyttö olisi sujuvaa ja jotta mallia voidaan hyödyntää visualisoinnissa, tarkastuksissa ja määräluetteloiden laatimisessa, on rakennemalliin liitettävä kerros- ja lohkotieto tarvittaessa. Lohkotieto voi olla rakennuksen tai rapun nimi. (Kautto 2012a, 6-7).

Ehdotusvaiheessa rakennesuunnittelijan alustava rakennusosamalli tehdään arkkitehtimallin perusteella koko rakennuksesta. Samalla rakennesuunnittelija arvioi arkkitehdin suunnitelmien valmistettavuutta. Rakennusosat mallinnetaan alustavien rakennetyyppien perusteella. (Henttinen 2012a, 14; Kautto 2012b, 9.)

Yleissuunnitteluvaiheessa rakennesuunnittelijan tietomallin tiedoista on saatava selville rakennejärjestelmän mitoitus, vaatimukset ja vaikutukset muiden suunnittelijoiden työhön. On tärkeää, että mallia tulee voida käyttää suunnitelmien yhteensovittamisessa. Taloteknisten järjestelmien ja kantavien rakenteiden yhteensopivuus on hyvä tutkia tässä vaiheessa suunnittelua. Yleissuunnitteluvaiheen malli toimii lähtötietona seuraavan eli hankintoja palvelevaan suunnitteluun. (Henttinen 2012a, 16; Kautto 2012b, 9.)

Yleissuunnitteluvaiheen jälkeistä vaihetta rakennesuunnittelussa voidaan kutsua hankintoja palvelevaksi suunnitteluksi. Tässä vaiheessa rakennemallista on löydyttävä kantavien ja ei-kantavien betonirakenteiden koko, laajuus, määrät sekä tarkka sijainti. Tämän mallin avulla laaditaan tarjouspyyntöasiakirjat hankintakyselyjä varten. Hankintoja palvelevan suunnittelun vaiheessa tehdään reikä- ja varaussuunnitelmat. Reikäkuvat voidaan tehdä tietomallipohjaisesti, jolloin törmäystarkastelujen avulla voidaan helpottaa esimerkiksi läpivientien paikantamista ja toimivuutta. Tällaisissa

tapauksissa rakennesuunnittelun ja taloteknisen suunnittelun on sovittava yhdessä vastualueet ja toimintatavat. (Kautto 2012b, 11; 15-16.)

Toteutussuunnitteluvaiheen mallia on voitava käyttää määrälaskennassa, suunnitelmien yhteensovittamisessa ja toteutusaikataulun laatimisessa (Henttinen 2012a, 17). Tässä vaiheessa aloitetaan elementti- ja konepajasuunnittelu, joko rakennesuunnittelijan tai elementtisuunnittelijan toimesta. Elementit ja kokoonpanot mallinnetaan edellisen suunnitteluvaiheen mallielementtien tarkkuuteen. Jos elementtisuunnittelija on eri kuin rakennesuunnittelija, on suunnittelijoiden tehtävä hyvää yhteistyötä ja sovittava mallien jakamisesta ja yhteensovittamisesta. (Kautto 2012b, 17.)

4 AUTODESK REVIT

4.1 Yleistä

AutoDeskin Revit –sovellus on 3D-tietomallinnusohjelma, jonka kohderyhmää ovat suunnittelu- ja rakennusalan ammattilaiset. Ohjelma sopii arkkitehtisuunnitteluun, sekä mekaniikan, sähköjärjestelmien, putkituksien ja rakenteiden tekniseen suunnitteluun. Revitillä on mahdollista tehdä sekä 3D- että 2D-suunnittelua. Alkujaan ohjelman tarkoituksena on ollut tarjota mahdollisimman helppokäyttöinen tietomallinnusohjelma arkkitehteille. Myöhemmin ohjelman käyttö on laajentunut myös muille rakennusalan suunnittelijoille ja esimerkiksi rakennesuunnittelun mahdollisuuksia on parannettu ja parannetaan edelleen vastaamaan paremmin rakennesuunnittelun tarpeita. (Autodesk 2019.)

Revitin käytön perustana ovat tietoa sisältävät parametriset komponentit eli Family objektit. Näiden objektien avulla voidaan mallintaa erilaisia rakenteita ja osia, kuten seiniä, pilareita tai huonekaluja. Perusobjekteja on ohjelmassa valmiina, niitä voi ladata eri sivustoilta lisää tai objekteja voi tehdä itse ja tallentaa ne uusina Familyinä. Myös valmiina olevien objektien muokkaus onnistuu. (Revit Arksystems s.a.)

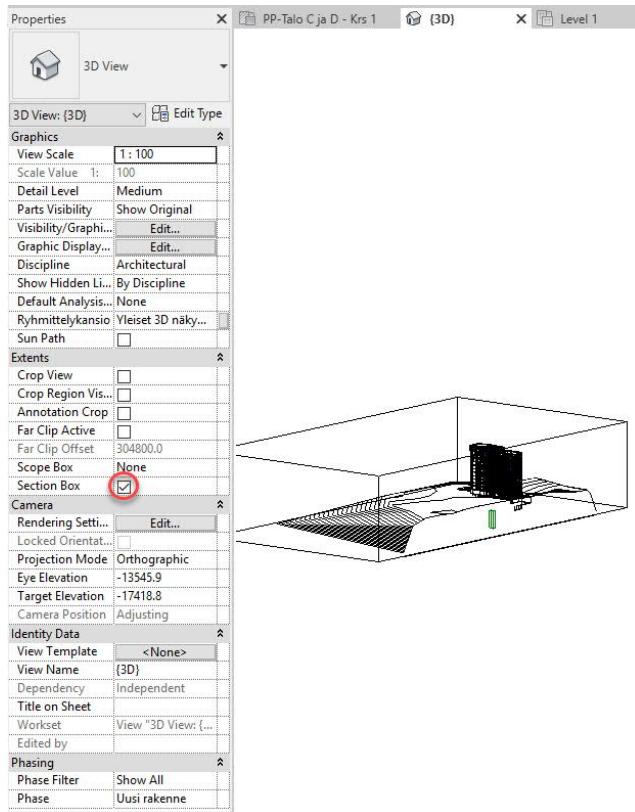
4.2 Mallinnuksen aloittaminen ja perustoimintoja

Kun uutta mallia aloittaa Revitillä, valitaan ensin oikea Template eli aloitus-pohja. Revitissä on valmiina aloituspohjia eri suunnittelijoille ja niissä on yri-tetty huomioida suunnittelualan tarpeita. Sitowiselle on tehty korjausrakenta-misen yksikköön alustava Template, johon on määritelty esimerkiksi DWG-im-port-asetukset, nimiö, muokattava moduuliverkko ja alustava materiaalikir-jasto. Myös parametrit, esimerkiksi kuormitustapaukset ja mittayksiköt, on alustavasti määritelty. Näitä kaikkia pääsee muokkaamaan projektikohtaisesta tarvittaessa. Vaikka pohja on suunniteltu korjausrakentamisen lähtökodista, voidaan sitä hyödyntää myös rakennesuunnitteluun ja siksi tässä työssä ei kä-sitellä enempää aloituspohjan asetuksia.

Seuraavassa kappaleessa käsitellään hyödyllisiä työkaluja, joista on apua yleisesti mallinnuksessa ja erityisesti silloin, kun on kyseessä arkkitehdin mal-lin hyödyntäminen rakennesuunnittelussa.

4.2.1 Leikkaaminen

3D-mallia pääsee leikkaamaan valitsemalla 3D-näkymän Properties-valikon Section Box -valintalaatikko aktiiviseksi, kuvassa 1. Mallin ympärillä olevaan valintalaatikkoon saa nuolikahvat, joilla mallia pääsee leikkaamaan. Tämä toi-minto vasta Teklan Clip Plane -työkalua. Teklassa pääsee leikkaamaan mallia miltei kaikista mahdollisista pinnoista, esimerkiksi kaltevan katon suuntaisesti. Revitin leikkaustoiminnolla voi leikata kaikilta sivuilta sekä ylhäältä ja alhaalta.



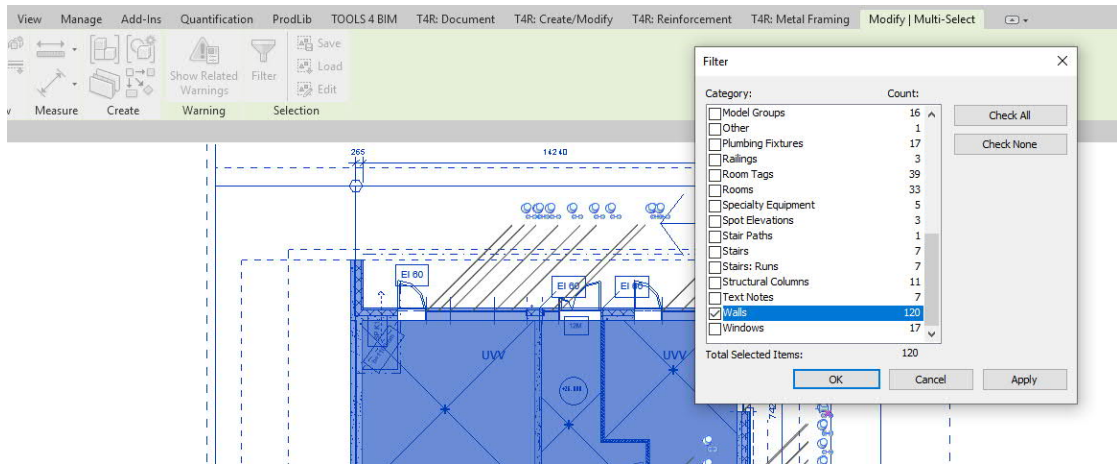
Kuva 1. Section Box ja leikkaustoiminto

4.2.2 Suodatus ja piilottaminen

Revitissä on useampia tapoja suodattaa ja piilottaa rakenteita tai vaikka kokonaiskerroksia mallista. Näiden toimintojen hallinnasta on paljon apua, kun muutetaan rakenteiden ominaisuuksia, merkitään rakenteille Tajeja tai kun kopioidaan ja poistetaan osia. Alla on esitetty kolme erilaista työkalua: Filter, jolla saadaan valittua tietyt rakenteet mallista, Visibility/Graphic suodatin, jolla voidaan piilottaa tai saada näkyviin useampia rakenteita ja hallitaan esimerkiksi referenssien näkyvyyksiä sekä Hide/Unhide toiminto, joka piilottaa ja tuo uudelleen näkyviin valitut osat tai kategoriat.

Filter

Valitaan esimerkiksi yhden kerroksen tasokuvasta kaikki rakenteet, jonka jälkeen otetaan Modify-lehden Selection-nauhasta Filter-työkalu käyttöön. Tästä avautuu kuvan 2 mukainen valikko kaikista valituista rakenne kategorioista, joista pääsee valitsemaan halutut rakenteet, kuvassa valittu kaikki seinät.



Kuva 2. Filter-työkalulla valittu pelkät seinät

Kun kaikki seinät on valittu, voidaan nämä esimerkiksi kopioida toiseen malliin, seuraavaan kerrokseen tai poistaa kaikki valitut seinät. Filter-toiminto tulee myöhemmin myös erittäin hyödylliseksi, kun merkitään eri rakenteille Tag eli rakennetietoja. Filter-toiminto on myös hyödyllinen, kun muutetaan arkkitehdin mallin rakenteita rakennemalliin sopivaksi. Tästä lisää kappaleessa 5.4 Muuttaminen rakennemalliksi.

Visibility/Graphic Filter

Properties-valikon Visibility/Graphic-kohdasta pääsee muokkaamaan, miten haluaa eri osien, rakenteiden ja esimerkiksi referenssien näkyvän eri näkymissä eli Vieweissä. Osat, rakenteet tai referenssit voi piilottaa kokonaan, niiden värin voi muuttaa tai ne voidaan muuttaa läpinäkyviksi, myös esimerkiksi pelkkien viivojen näkyvyyksiä voidaan muokata. Jokaiseen näkymään on määriteltävä omat Visibility/Graphic-asetukset erikseen. Visibility/Graphic-valikosta löytyy välilehdet:

- Model Categories, josta pääsee muuttamaan rakenteiden ja osien esimerkiksi seinien ja pilareiden näkyvyyttä
- Annotation Categories, josta voi muuttaa Tagien eli merkintöjen ja mitaviivojen näkyvyyttä.
- Analytical Model Categories, josta voi muuttaa analyysimallin näkymää.
- Imported Categories, josta pääsee muokkaamaan tuotujen referenssien näkyvyyttä.
- Filters kohtaan voi tehdä omia suodattimia, kuten kuvassa 3, jossa on jaoteltu osia Keynote parametrin mukaan väreittäin.

- Worksets, jossa voi muokata Worksettien eli työtasojen näkyvyyksiä.

Visibility/Graphic Overrides for 3D View: {3D}

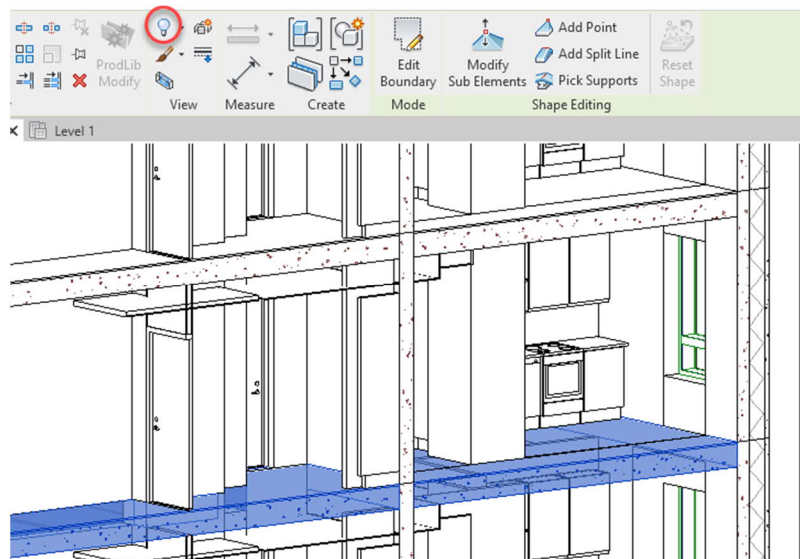
Model Categories Annotation Categories Analytical Model Categories Imported Categories Filters Worksets

Name	Visibility	Projection/Surface			Cut		Halftone
		Lines	Patterns	Transparen...	Lines	Patterns	
Keynote 1233 (Pilarit)	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Keynote 1239	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Keynote 1355 (Hormielem...	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Keynote 1311 (Väliseinät)	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Keynote 1241 (Ulkokseinät)	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
Keynote 1235 (Välipohjat)	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>

Kuva 3. Visibility/Graphic-työkalun Filters-välilehti

Hide ja Unhide

Hide-toiminnolla voidaan piilottaa yksittäisiä osia tai kategorioita. Valitaan piiloon haluttu osa ja valitaan ylhäällä olevasta Modify-valikon View-nauhasta lamppu eli Hide in View, kuten kuvassa 4. Valittavana on Hide Elements, Hide Category ja Hide by Filter. Hide Elements piilottaa yhden valitun osan, Hide Category piilottaa kaikki samassa kategoriassa olevat osat ja Hide by Filteristä aukeaa valikko, johon voi tehdä suodattimen, jonka mukaiset osat piilotetaan. Kuvan 4 esimerkissä on valittu yksi laatta, joka halutaan piilottaa.



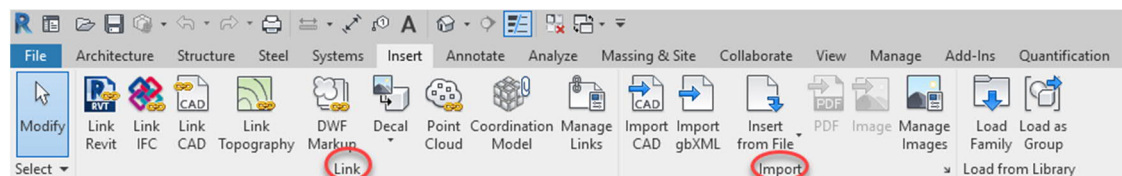
Kuva 4. Hide-toiminnon näkymä, jossa valittuna laatta

Kun piilotettu osa tai kategoria halutaan uudelleen näkyviin, valitaan alhaalla olevasta valintanauhasta lamppu eli Reveal Hidden Elements ja piilotetut osat tulevat kuvaan näkyviin punaisella. Nämä voidaan valita takaisin näkyväksi

valitsemalla punaiset osa ja valitsemalla ylhäälle valinta nauhaan tuleva Unhide Element tai Unhide Category -valinta. Tämän jälkeen valinta hyväksytään Toggle Reveal Hidden Elements Mode -napista ja piilotetut osat näkyvät mallissa. Hide ja Unhide - toiminto on hyödyllinen, kun halutaan piilottaa mallista joitain rakenteita, jotka ovat näkyvyyden tiellä.

4.2.3 Referenssien lisääminen

Mallinnuksessa suurena apuna ovat referenssit, joita saa mallin taustalle. Referenssejä voi tuoda Insert-välilehdeltä linkitettyinä, Link ja ilman linkitystä, Import. Kun linkitettyyn referenssiin tulee päivityksiä, voidaan ne päivittää myös Revittiin. Jos referenssi tuodaan import toiminnolla, ei päivityksiä voi tehdä. Kuvassa 5. Insert välilehden työkalut.



Kuva 5. Insert-välilehden työkalut.

Linkitetyn referenssin päivitys tapahtuu Insert-välilehden Link-kohdasta Manage Links. Avautuvassa valikossa on kaikki kyseiseen Revit malliin linkitetyt eri formaateissa tuodut referenssit. Listalta voi valita ne referenssit, joihin on tullut muutoksia ja päivittää ne Reload-toiminnolla.

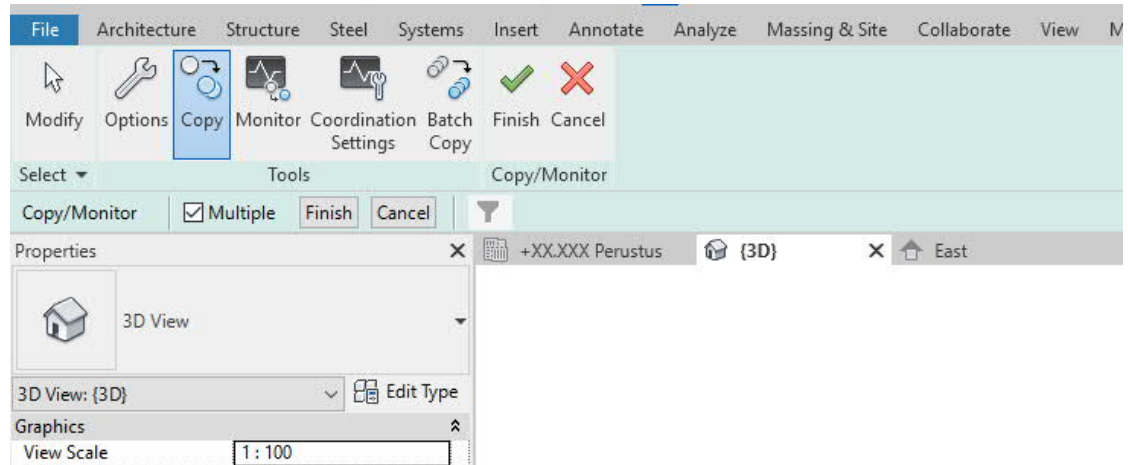
4.3 Kopioiminen toisesta mallista

Copy/Monitoring toiminnolla

Referenssistä saa kopioitua Copy/Monitoring-toiminnolla toiseen malliin rakenteita. Tässä käytetään esimerkkinä arkkitehdin mallista rakenteiden kopioimista rakennemalliin. Avataan rakennemalli, johon halutaan kopioida ja valitaan Insert-valikon Link-kohdasta Link Revit, josta pääsee valitsemaan arkkitehdin mallin.

Tuotu arkkitehdin Revit-malli on hyvä laittaa vaaleammaksi eli halftone-asetukselle Visibility/Graphics-valikosta, jotta arkkitehdin malli erottuu rakennemallista. Valitaan Collaborate-välilehdeltä Copy/Monitor Select Link ja valitaan

tuotu arkkitehdin malli, kuvassa 6 avautuva valikko. Tämän jälkeen valitaan Copy aktiiviseksi ja valitaan mallista, mitä rakenteita halutaan kopioida. Toiminto hyväksytään Finnish-painikkeesta. Tämän jälkeen voidaan arkkitehdin malli joko piilottaa tai poistaa kokonaan, jos muuta kopioitavaa ei ole.



Kuva 6. Collaborate-välilehden Copy/Monitor-työkalu

Copy/Paste toiminnolla

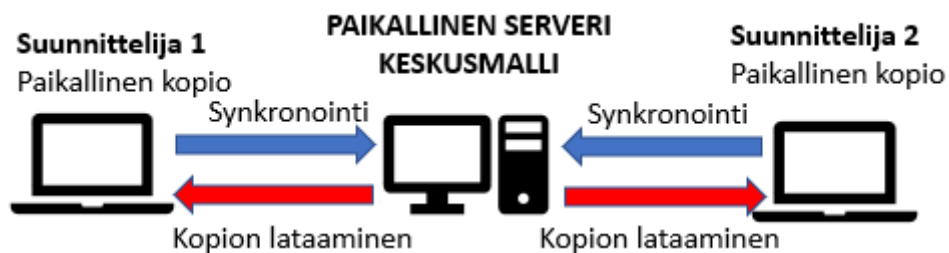
Perinteinen kopioi (Ctrl+C) ja liitä (Ctrl+V) toiminto toimii myös hyvin, kun kopioidaan rakenteita mallien välillä. Tällöin on avattava molemmat sekä rakenne-että arkkitehtimallit auki yhtä aikaa. Arkkitehdin mallista valitaan esimerkiksi seinät, jotka kopioidaan. Tämän jälkeen siirrytään rakennemallissa oikean kerroksen tasokuvaan ja liitetään kopioidut rakenteet sinne.

4.4 Mallin jakaminen

3D-mallinnusta tehdessä on tärkeää, että mallia voi tehdä useampi suunnittelija yhtä aikaa. Teklassa tämä onnistuu Shared Modelin eli jaetun mallin avulla, jolloin Write Out ja Read In -toiminnoilla saadaan tehdyt päivitykset muille suunnittelijoille käyttöön. Myös Revitillä on mahdollista jakaa malli useamman suunnittelijan kanssa. Mallin jakaminen tapahtuu Central Modelin eli keskusmallin kautta Collaborate-toiminnolla, joko käyttämällä paikallista tai pilvessä olevaa keskusmallia. Collaborate-toiminto, jossa käytetään paikallisella serverillä sijaitsevaa keskusmallia, sisältyy Revitin asennuspakettiin. On kuitenkin mahdollista ottaa käyttöön AutoDeskin kehittämä BIM 360 Design ohjelma, jonka avulla mallia voidaan käyttää laajemmin, koska malli sijaitsee pilvessä, ollen kaikkien suunnittelijoiden käytettävissä.

Paikallinen keskusmalli

Periaatteena Collaboratella tehdyssä mallin jakamisessa paikallisen serverin kautta on, että toimitaan yhden paikallisen verkkolevyllä sijaitsevan keskusmallin kautta, josta suunnittelijat lataavat itselleen paikalliset kopiot tehdäksseen niihin muutoksia. Kun muutokset on tehty, synkronoidaan eli tallennetaan muutokset keskusmalliin. Kuvassa 7 on toimintaperiaate paikallisen keskusmallin käytöstä.



Kuva 7. Toimintaperiaate paikallisen keskusmallin avulla jakamiseen.

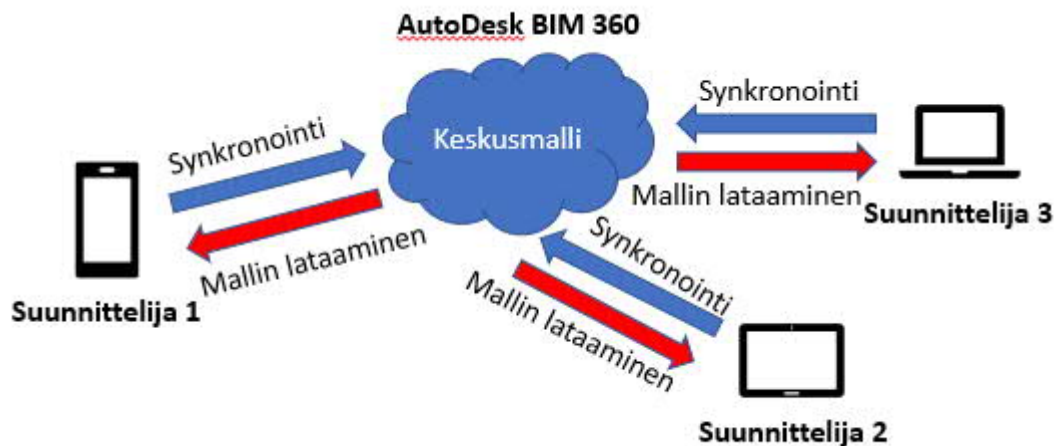
Keskusmalli voidaan luoda suoraan, kun aloittaa uuden kohteen mallintamisen tai sen voi tehdä jo valmiina olevasta mallista. Molemmissa tapauksissa valitaan Collaborate-välilehdeltä Collaborate, jonka jälkeen valitaan, halutaanko malli jakaa paikallisen serverin vai pilven kautta. Tässä työssä kokeiltiin mallin jakamista paikallisen verkkolevyn kautta. Malli on käytössä muille suunnittelijoille, kun se on muutettu keskusmalliksi. Kun mallia haluaa muokata, on siitä avattava paikallinen kopio omalle koneelle. Revitin päävalikon asetuksiin kohtaan Default path for user file voi määrittää, minne paikallisen kopion haluaa tallentaa. Kun tarvittavat muutokset on tehty, synkronoidaan malli keskusmallin kanssa, jolloin muutokset tallentuvat paikalliseen keskusmalliin. Reload Latest -valinta päivittää toisen suunnittelijan muutokset omaan paikalliseen kopiin.

Mallin saa kerrallaan yhden omistajan muokattavaksi. Malli voidaan kuitenkin jakaa osiin eli Worksetteihin, esimerkiksi kerroksittain tai rakenteittain. Suunnittelijat voivat ottaa omistukseen eri Worksetit, jolloin yhtäaikainen mallinnus onnistuu ja päällekkäiset muokkaukset saadaan estettyä. Relinquish All Mine -toiminta vapauttaa kaikki itsellä olevat Worksetit, ja tällöin muut pääsevät muokkaamaan niitä. Collaborate toiminnossa on mahdollista kommentoida

tekemiään muutoksia ja katsoa muiden suunnittelijoiden tekemiä kommentteja. Nämä kommentit saa näkyviin valitsemalla Show History -toiminnon ja valitsemalla sieltä oikean kohteen mallin.

BIM 360 Design

BIM 360 Design on kolmannen osapuolen tarjoama yhteissuunnittelu- ja tietohallintaohjelmisto, joka mahdollistaa reaaliaikaisen yhteistyön ja tietojen hallinnan, sekä yrityksen sisällä, että eri organisaatioiden välillä. Periaatteena on, että keskusmalli tallennetaan pilveen, josta se on kaikkien suunnittelijoiden käytettävissä, kuvassa 8 toimintaperiaate. BIM 360 mahdollistaa, että eri alojen suunnittelijat voivat tehdä yhteistyötä saman mallin ympärillä ilman, että on tarvetta tallentaa mallia IFC-muodossa. Kyseisen sovelluksen saa käyttöön tietokoneen lisäksi muille älylaitteille, jotka helpottavat esimerkiksi työmaalla mallin käsittelyä. (Autodesk 2019.)



Kuva 8. Toimintaperiaate BIM 360 avulla Revit-mallin jakamiseen.

5 ARKKITEHDIN MALLIN MUOKKAAMINEN RAKENNEMALLIKSI

Tässä kappaleessa käsitellään, kuinka arkkitehdin malli avataan siten, että se on muokattavissa ja kuinka siitä saadaan käyttökelpoinen rakennesuunnitteluun. Arkkitehdin mallia voidaan hyödyntää esimerkiksi niin, että poistetaan arkkitehdin mallista rakennesuunnitteluun tarpeettomat rakenteet tai siten, että kopioidaan rakennemalliin arkkitehdin mallista hyödylliset rakenteet. Yleensä arkkitehdin mallissa on paljon sellaisia rakenteita, joita ei rakennemallissa

tarvita, joten järkevämmäksi tavaksi toimia tässä tilanteessa on kopioida rakennemalliin tarvittavat rakenteet.

5.1 Mallin avaaminen

Arkkitehdin malli on usein sidottu hänen omaan alkuperäiseen keskusmalliinsa. Tämä estää tekemästä muutoksia kyseiseen malliin, vaikka malli olisi tallennettu uudella nimellä toiseen paikkaan. Keskusmalli saadaan irrotettua muokattavaksi versioksi avaamalla malli Open valikosta ja lisäämällä Detach from Central -kohta aktiiviseksi.

Nyt arkkitehdin mallia pääsee muokkaamaan ja siitä voidaan poistaa rakennesuunnitteluun tarpeettomia komponentteja ilman, että niillä on vaikutusta alkuperäiseen malliin. On muistettava käytettäessä jaettua mallia, että kun mallin avaa irrottamalla päämallista, muutokset eivät enää synkronoidu automaattisesti alkuperäiseen malliin.

5.2 Arkkitehdin mallista kopioiminen

Kopiointitapa riippuu siitä, miten arkkitehti on mallintanut ja kuinka malli on ryhmitelty. Esimerkkinä olevassa arkkitehdin mallissa rakenneosat on ryhmitelty kerroksittain. Kantavat seinät, ulkoseinät, huoneistot, hormit ja kerroksen laatat ovat jokainen omana ryhmänään. Tämä auttaa kohteen kopioinnissa, koska voi suoraan valita tietyn kerroksen rakenneosat ja kopioida ne rakennemalliin.

Työn aikana on huomattu, että on hyvä tuoda rakennemalliin tietyt rakenteet kerrallaan, jotta pystyy helpommin hallinnoimaan, mitä rakenteita on jo kopioitu, mitä vielä puuttuu ja onko rakennemalliin tuotu tarpeettomia rakenteita. Kyseisessä kohteessa arkkitehti on ryhmitellyt asunnot omiksi tiloiksi ja jakanut ne vielä omiin huoneisiin, jotka sisältävät huoneiden väliseinät, pintamateriaalit ja kiintokalusteet. Vaikka arkkitehti on jakanut mallinsa hyvin, on sieltä tuotava aika paljon ylimääräisiä osia, jotka on poistettava tai muokattava rakennemallissa.

Kuten yleisissä tietomallinnusvaatimuksissa määritellään, on rakennemallista löydettävä kaikki kantavat rakenteet ja kaikki ei-kantavat betonirakenteet. Arkkitehdin mallista rakennemalliin on hyvä tuoda siis ainakin ulko- ja kantavat väliseinät aukkojen kanssa. Muita arkkitehdin mallissa hyödyllisiä rakenteita ovat hormit, portaat sekä arkkitehdin mallinnustavasta riippuen parvekelaatat sekä ala-, väli- ja yläpohjien holvit.

Ulkoseinät

Ulkoseinät on jaettu omiksi ryhmiksi kerroksittain, joten koko kerroksen ulkoseinät saadaan kopioitua kerralla rakennemalliin. Ulkoseinien mukana tulevat seinän materiaalit sekä ikkuna- ja oviaukot. Ulkoseinät ryhmä on hajotettava Ungroup toiminnolla, jotta seiniä pääsee muokkaamaan. Seinät on jaettava elementteihin niiden painon mukaan ja seinien lähtö- ja päättymiskorot on muutettava oikeiksi. Ulkoseinien aukoista on poistettava lasit, karmit ja muut rakennemalliin tarpeettomat osat, siten, että jäljellä on pelkkä aukko.

Uudet ikkuna- ja oviaukot, joissa ei ole turhia rakenteita on hyvä tallentaa omana Familyna. Tästä on hyötyä myöhemmin, jos ja kun tulee tilanne, jossa arkkitehdin suunnittelemat aukot vaihtavat paikkaa ja on tarvetta tuoda uudet aukot rakennemalliin. Ikkunat ja ovet saa kopioitua uudestaan arkkitehdin mallista oikealla paikalle rakennemalliin. Aukot saattavat muuttua vielä ihan projektin loppuvaiheessakin, joten tästä on suuri etu. Kun uusilla paikoilla olevat ikkunat on tuotu rakennemalliin, ei tarvitse poistaa tarpeettomia osia uudestaan vaan riittää, että muuttaa uudet aukot tallennettuun Familyyn.

Tässä kohteessa arkkitehti on mallintanut ulkoseinät yhtenä rakenteena, jolloin esimerkiksi ulkoseinien ulkokuorissa olevat laatoitukset tai uritukset ovat kiinteänä seinärakenteessa. Usein projektin loppuvaiheessa arkkitehti saattaa muuttaa ulkokuorien pintoja. Koska pinnat ovat kiinteänä seinärakenteessa, on koko seinä kopioitava uudestaan, jotta muutokset saadaan rakennemalliin. Rakennemallissa seiniä on muutettu niin paljon alkuperäisestä, että tällaisissa tapauksissa on helpompi muuttaa seinän pintaa, kuin muuttaa tuodun seinän elementtijaot ja korot oikeiksi. Tästä syystä uusien muokattujen seinien kopiointista ei ole apua myöhemmissä vaiheissa, vaan on parempi muokata rakennemallin seiniä tarvittaessa.

Kantavat väliseinät

Kantavat väliseinät on jaettu omaksi ryhmäksi kerroksittain, joten kopiointi onnistuu samoin kuin ulkoseinien kanssa. Ryhmän hajottamisen jälkeen väliseinien lähtö- ja päättymiskorot on tarkistettava ja tarvittaessa muutettava oikeaan korkoon. Seinät on jaettava tarvittaessa elementteihin ja seinien aukoista on poistettava karmit ja muut rakennemalliin tarpeettomat osat. Näille aukoille on myös hyvä tallentaa oma Family, kuten ulkoseinien kanssa.

Jos arkkitehdillä tulee myöhemmin väliseiniin muutoksia, voidaan uudet seinät kopioida arkkitehdinmallista rakennemalliin, koska rakennemallissa väliseinille tehtävät toimenpiteet ovat melko vähäiset. Toki vanhat väliseinät voidaan muokata arkkitehdin suunnitelmien mukaisiksi manuaalisesti.

Kylpyhuoneiden seinät

Toisinaan rakennemalliin tarvitaan kylpyhuoneiden seinät, jotta niiden tuomat kuormat saadaan alla olevalle laatalle. Myös ontelolaattoihin tehdään kylpyhuoneille syvennykset, jolloin yläpuolella olevien kylpyhuoneiden seinät on hyvä tuoda arkkitehdin mallista. Arkkitehdin esimerkkimallissa kylpyhuoneiden seinät on ryhmitelty huoneistoittain kylpyhuoneiksi, jotka sisältävät kaikki kylpyhuoneiden seinät ja kalusteet. Tämä tarkoittaa sitä, että koko kylpyhuone on kopioitava rakennemalliin ja poistettava tarpeettomat osat. Tässä tilanteessa voi olla helpompaa mallintaa koko seinä uudestaan rakennemalliin, kuin käyttää arkkitehdin kopioitua seinää.

Laatat

Esimerkkinä toimivassa arkkitehdin mallissa välipohjat on mallinnettu yhtenä paikallavalulaattana, mutta laatta on katkaistu kaikkien kantavien väliseinien kohdalta. Tämä hankaloittaa välipohjien hyödyntämistä rakennemallissa, koska rakennemalliin tarvitaan yksi yhtenäinen laatta.

Myös arkkitehdin mallissa olevan laatan korko aiheuttaa toimenpiteitä. Arkkitehdillä 1. kerroksen laatta on 1. kerroksen lattiassa, kun rakennemallissa 1. kerroksen laatta olisi oltava 1. kerroksen katossa. Laatan korko täytyy siis

muuttaa. Tässä tilanteessa on helpompaa mallintaa koko rakennemalliin tuleva paikallavalulaatta, kuin hyödyntää arkkitehdin laattaa.

Parvekelaatat

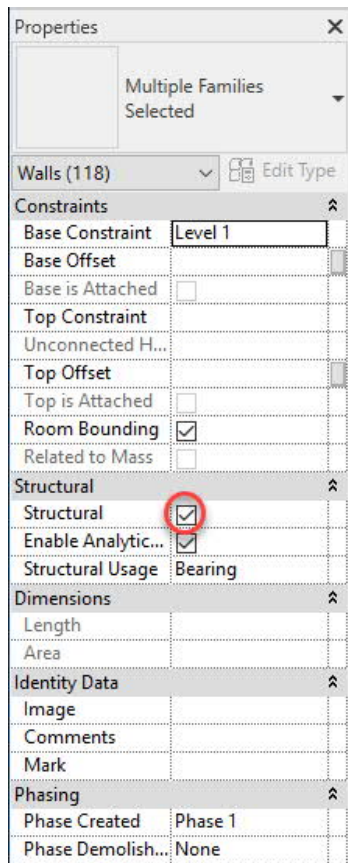
Myös parvekelaattojen hyödyntäminen on hieman haastavaa. Yhden kerroksen kaikki parvekelaatat on tehty yhdeksi laataksi, jolloin laatat olisi ensin irrotettava toisistaan ja jaettava elementteihin. Myös parvekelaatan korko on arkkitehdin mallissa alhaalla, kun se olisi rakennemallissa oltava katossa. Tässä tapauksessa parvekelaatat on helpompi mallintaa itse, kuin hyödyntää arkkitehdin mallin parvekelaattoja.

Hormit ja portaat

Yhden kerroksen hormit ovat ryhmänä, joten ne saadaan kopioitua helposti arkkitehdin mallista rakennemalliin. Portaat ovat myös hyvä kohde tuoda arkkitehdin mallista rakennemalliin, koska portaiden lähtökorot ja niiden mallin saa helposti kopioitua. Nämä molemmat ovat myös sellaisia rakenteita, joita voidaan kopioida uudestaan muutosten tultua arkkitehdin mallista rakennemalliin.

5.3 Muuttaminen rakennemalliksi

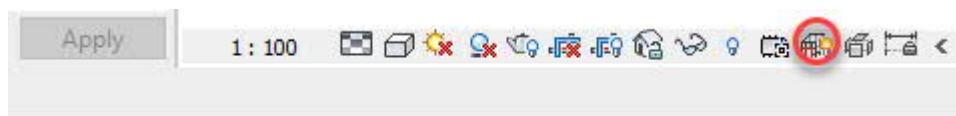
Kun arkkitehdin mallista tuo osia rakennemalliin, on huomioitava, että rakenteet on mallinnettu Architectural-muodossa eli kaikki rakennesuunnitteluun vaadittavat toiminnot eivät onnistu suoraan arkkitehdin mallin kanssa. Arkkitehdin malli on muutettava kopioinnin jälkeen rakennemalliksi. Tässä toimiva työkalu on esimerkiksi Filter, jolla saa valittua haluttuja rakenteita. Kun kaikki muutettavat rakenteet on valittu, merkitään Properties-valikon Structural-kohtaan Structural-valinta päälle, kuten kuvassa 9. Tämä toimenpide vaikuttaa siihen, miten kohde näkyy esimerkiksi analyysimallissa ja Discipline eli näkyvyys vaihtoehtoissa.



Kuva 9. Rakenteen muuttaminen Structuraliksi

5.4 Analyysimalli näkyviin

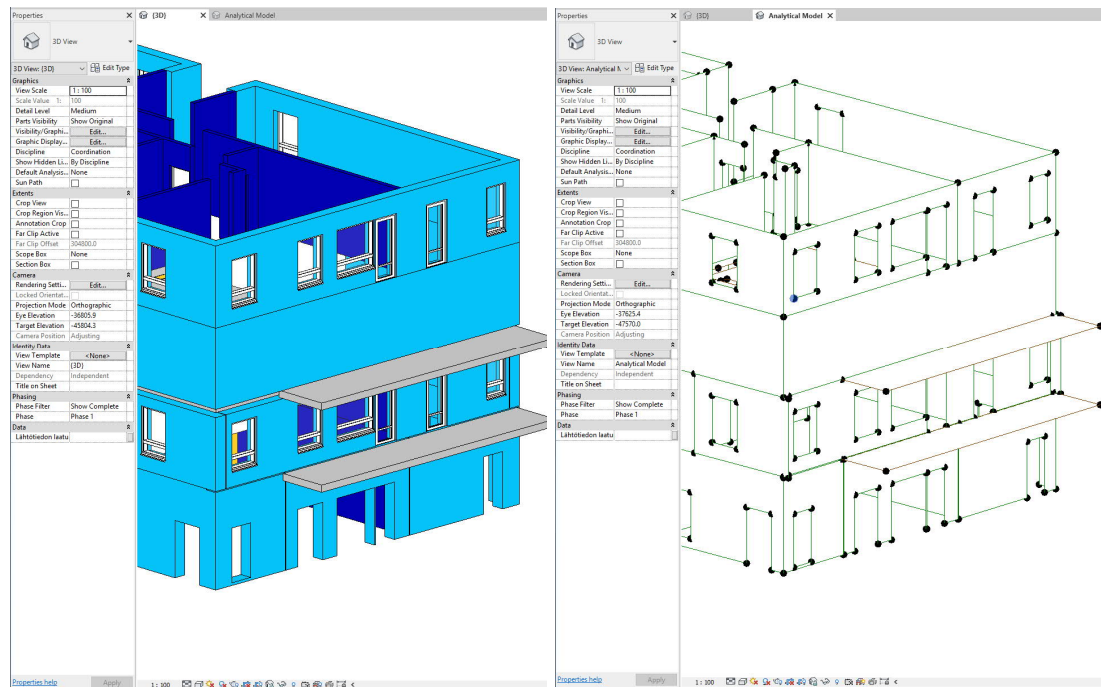
Kun malli on Structural-muodossa, voi siitä tehdä analyysimallin. Analyysimallista näkee rakenteiden fysikaalisen toiminnan ja kyseinen malli on hyödynnettävissä esimerkiksi FEM-ohjelmistojen, jotka laskevat rakenteiden kestävyyttä, käyttöön. Analyysimalli päivittyy koko ajan 3D-mallin päivittyessä. Analyysimallin saa näkyviin ja pois näkyvistä alavalikosta, kuten kuvassa 10.



Kuva 10. Analyysimalli näkyviin

Analyysimalli tulee näkyviin perusmallin kanssa samaan 3D-näkymään, siksi onkin hyvä tehdä analyysimallille oma 3D-näkymä, jonka Visibility/Graphic-asetukset on muokattu. Luo uusi 3D-näkymä View-välilehden Create-valikon Duplicate view -kohdasta. Uusi näkymä tulee Project Browser -listaan 3D-otsikon alle. Muutetaan uuden näkymän Visibility/Graphics-asetukset siten, että poistetaan näkyvistä Model Categories ja Annotation Categories -lehdiltä

kaikki ja laitetaan näkyviin Analytical Model Categories -kohdat. Nyt näky-
mässä on ainoastaan analyysimalli, kuten kuvassa 11, jossa näkyy perus 3D-
malli ja 3D-analyysimalli vierekkäin. Kun 3D-malliin tekee muutoksia, tulevat
muutokset näkyviin myös analyysimalliin. Analyysimallia on muokattava jonkin
verran, ennekuin se on käyttökelpoinen laskentaohjelmiin. Tähän muokkauk-
seen on olemassa erilaisia sovelluksia, jotka esimerkiksi poistavat analyysi-
mallista tarpeettomia tietoja.



Kuva 11. Perus 3D-malli ja 3D-analyysimalli vierekkäin

6 IFC-TIEDOT REVITISSÄ

Kun projektilla on käytössä Open BIM -järjestelmä, eli suunnittelijat saavat itse
valita käytössä olevan mallinnusohjelman, toimitaan eri suunnittelualojen
kesken mallien IFC-muotoisilla versioilla. Vaikka arkkitehdillä ja
rakennesuunnittelijalla olisi molemmilla käytössä Revit-ohjelma, käytetään silti
mallien vertailuun usein IFC-muotoisia malleja, koska mallien
törmäystarkastelut onnistuvat hyvin IFC-mallien pohjalta ja rakennuttajalle
IFC-mallista saatava informaatio on erittäin tarpeellista. On tärkeää, että
IFC:stä löytyy oikeat geometriat ja riittävä määrä oikeaa informaatiota
riippumatta siitä millä ohjelmalla rakennemalli on alun perin tehty. (Tekla
2020.) Salmela (2013) mainitsee artikkelissaan, että IFC-malleista tulostettuja

raportteja voidaan hyödyntää projektin eri vaiheissa esimerkiksi tarjouslaskennassa, tuotannon suunnittelussa ja tarvikkeiden ennakkotilauksissa. Kun malli on tehty ohjeiden mukaan, voidaan sen tietoja hyödyntää myös elementtietojen siirrossa tuotannonohjausjärjestelmiin ja projektin loppuvaiheessa määrätietoja voidaan käyttää tarjottujen ja toteutuneiden määrien vertailuun. (Salmela 2013, 1.)

Tekla on tehnyt BEC-projektin yhteistyössä betonielementtiteollisuuden ja rakennesuunnittelijoiden kanssa. Projektin tavoitteena on ollut yhtenäistää elementtirakenteiden suunnittelu- ja mallinnuskäytäntöjä ja alkuperäisenä lähtökohtana ovatkin olleet elementtiteollisuuden tarpeet. Teklaan on kehitetty luettelopohjia yhteistyössä elementtiteollisuuden, Teklan ja suunnittelutoimistojen kanssa. Suunnittelutoimistojen lisäksi luettelopohjia voivat hyödyntää elementtiteollisuus, urakoitsijat ja alan muut toimijat. Tavoitteena onkin ollut, että yhteisten luettelopohjien avulla kaikki osapuolet voivat itse tulostaa määräluettelot eri käyttötarkoituksiin suoraan mallista. (Anttila 2016, 2.)

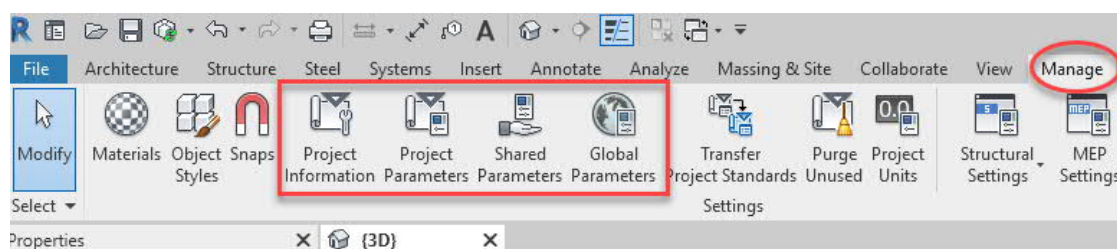
Revitin kanssa ei ole tehty samanlaista yhteistyöprojektia ja haasteena onkin saada Revit-mallista IFC-malliin tarvittavat tiedot, jotta niitä voisi hyödyntää myös muut projektin toimijat. Opinnäyteytössä on pyritty selvittämään esimerkiksi haastattelujen ja eri rakennuttajien tietomalliohjeiden perusteella, mitä tietoja IFC-mallista olisi rakennuttajan kannalta tärkeää löytyä, jotta malli olisi mahdollisimman hyödyllinen kaikille osapuolille.

Tärkeitä tietoja, joita IFC-muotoisessa mallissa olevalla elementillä olisi oltava ovat esimerkiksi tuotantotapa, tyyppi- ja kerrostieto sekä yksilöllinen tunnus. Muita tärkeitä tietoja ovat elementin nimi, materiaali, materiaaliluokka, pinta-ala, massa sekä rauditusarvio. Näiden tietojen lisäämistä Revitin-malliin ja sieltä IFC-muotoiseen malliin on opinnäyetyön aikana viety eteenpäin. Tätä tietojen eli parametrien lisäämistä rakenteille ja kokoonpanoille voidaan Revitissä kutsua Mappaamiseksi.

Elementtien ja rakenteiden parametrejä pääsee määrittämään Revitissä vaihtelevin mahdollisuuksin. Osa parametreistä on lukittuja ja valmiina Revitissä ja osaa pääsee itse muokkaamaan. Manage-välilehdeltä, kuvassa

12, pääsee muokkaamaan ja määrittelemään projektin ja rakenteiden parametrejä:

- Project Information -kohtaan lisätään projektin tiedot, jotka saa näkymään esimerkiksi nimiössä.
- Project Parameter -kohdasta pääsee lisäämään parametreja rakenteille
- Shared parameter -kohdasta pääsee tekemään omia parametrejä, joita voi lisätä Project parameter -kohtaan
- Global Parameter

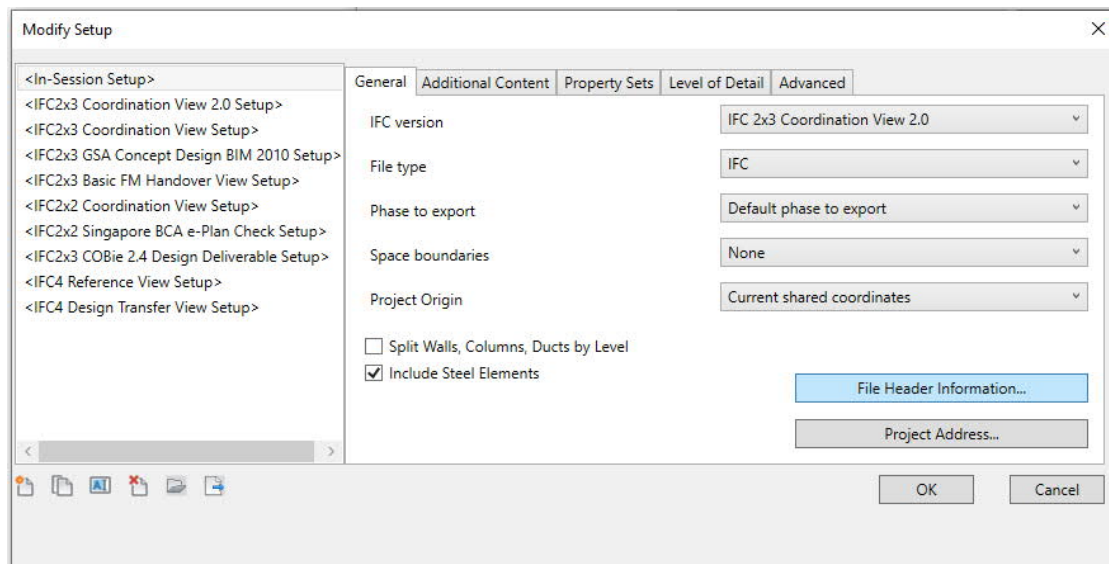


Kuva 12. Manage-välilehti ja parametrit

Teklasta tulostetussa IFC-mallissa on jokaisella kokoonpanolla oma BEC-välilehti, josta löytyy kokoonpanolle tärkeät tiedot. Näiden samojen tietojen lisäämistä Revitistä tulostetun IFC:n tietoihin on tutkittu ja kehitetty tässä opinnäyteytössä. SRV:n tietomallikoordinaattorien kanssa käydän keskustelun perusteella selvisi, että tärkeintä heille IFC-mallissa on, että mallista löytyy oikea määrä oikeaa tietoa, ei niinkään tietojen esitystapa. Opinnäyteytössä päädyttiin kokeilemaan tapaa, jossa tarvittavat tiedot saataisiin samalle välilehdelle kuten Teklassa olevassa BEC-välilehdessä on, koska tämä selkeyttää tietojen löytämistä ja niiden hyödyntämistä. Uuden halutunlaisen välilehden IFC-tiedostoon saa luotua esimerkiksi koodaamalla oma parametri-tiedosto eli Mapping table tai luomalla Schedulella eli taulukko-toiminnolla uusi taulukko, johon voidaan määrittää mitä tietoja eri kokoonpanoista halutaan IFC-malliin tulostaa.

Kun tarvittavat parametrit on saanut Mapattua rakenteille ja tiedot on saatu sellaiseen muotoon, että ne tulostuvat IFC-malliin, on vuorossa Exportaus Revit-mallista IFC-malliin. Export-asetusten määrittäminen on tärkeää, jotta malliin saadaan varmasti kaikki tarpeellinen geometria ja informaatio. Export-asetuksia pääsee määrittelemään IFC Export - asetuksista, kuvassa 13.

Välilehdiltä voi muokata, missä muodossa IFC tulostuu ja miten rakenteet näkyvät mallissa. Property Sets -välilehdelle voi esimerkiksi merkitä mitä ja millaisia parametrejä IFC-tiedostossa näkyy.

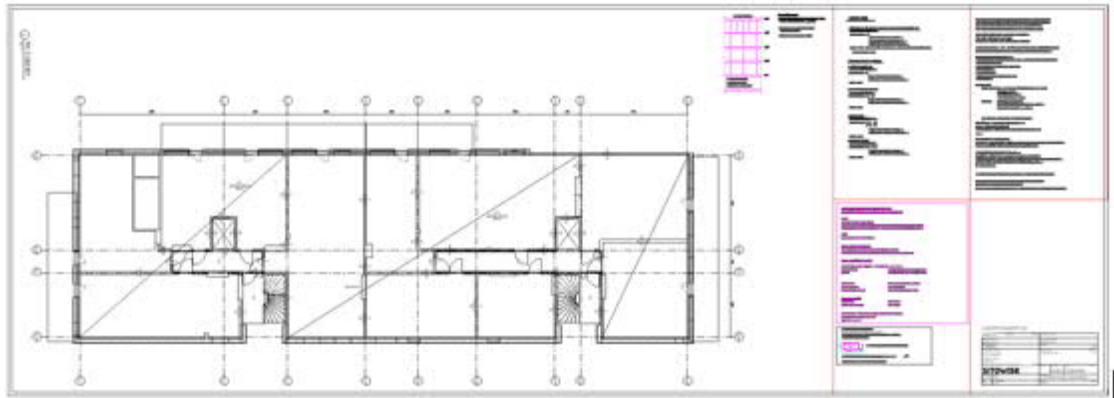


Kuva 13. IFC Export -asetukset

7 TASOKUVAN ASETUKSET

Uuden piirustuksen luominen Revitissä on melko yksinkertaista. Luodaan uusi sivu View-välilehden Sheet-kohdasta ja valitaan, millaisella pohjalla kuvan haluaa tehdä. Yritykselle tehdyssä aloituspohjassa on valmiina pohja, johon on tehty asetuksia helpottamaan sivun muokkausta. Pohjassa on valmiina muokattava nimiö ja esimerkiksi mahdollisuus muuttaa lehden kokoa. Kun on lisännyt projektin tiedot Manage-välilehden Project Information -kohtaan, päivittyy tiedot automaattisesti nimiöön.

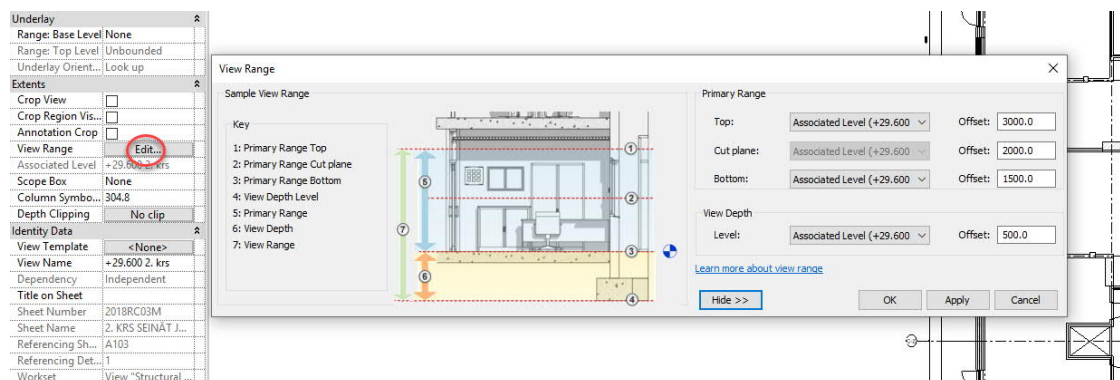
Tämän jälkeen halutun pohjakuvan voi raahata Project Browser -valikosta juuri luodulle sivulle. Pohjakuva näkyy sivulla samanlaisena kuin Structural Plans -näkyssä, kaikki muutokset alkuperäiseen näkymään tulevat myös uudella sivulla olevaan näkymään. Rakennetasokuvassa on oltava tasokuvan lisäksi tiettyjä tietoja tekstinä. Näitä tietoja ovat esimerkiksi rasisluokat ja standardiviittaukset. Nämä tiedot saa hyvin tuotua linkitettynä Autocad referenssinä, kuvassa 14 esimerkki tasokuvasta.



Kuva 14. Tasokuvasta esimerkki.

Mallista tehdyissä rakennetasokuvissa haastetta tuo näkymäsyvyyden asetukset. Tasokuvassa olisi samalla näytettävä mahdollisimman paljon kyseisestä kerroksesta, mutta suljettava kuitenkin osa näkymää pois, jotta kuva olisi mahdollisimman selkeä. Tasokuvassa pitäisi näkyä, kyseisen kerroksen katto ja muut laatat sekä portaat ja seinät, niin että myös seinien aukot näkyvät. Haastetta näkymäasetusten muokkaukseen tuo se, ettei tasokuvassa olevan kerroksen alemman eikä ylemmän kerroksen rakenteita saa tulla näkyviin. Rakenteiden näkymään vaikuttaa Revitissä paljon se, miten kuvan näkymä määriteltä alussa, eli katsotaanko kuvaa ylhäältä vai alhaalta. Näkymä asetuksia pääsee muokkaamaan Structural Plan - ja Structural Discipline -toiminnoilla.

Muita tasokuvan näkymän asetuksia pääsee muokkaamaan View Range -kohdasta, kuvassa 15. Periaatteena on, että aluksi määritellään taso, josta katsotaan ja tämän jälkeen määritellään, kuinka paljon näytetään kyseisen tason yläpuolelta ja alapuolelta. Nämä asetukset vaikuttavat siihen mitä rakenteita tasokuvassa näkyy. Samanlaisia tasonäkymä asetuksia tehdään myös Teklassa.



Kuva 15. Näkymäasetusten muokkaaminen

Tasokuvassa on tärkeää näkyä elementtien tietoja kuten elementin tunnus, lähtökorko ja elementin paino. Kuvassa on tärkeää näkyä myös esimerkiksi paikallavalettujen laattojen tietoja, kuten lähtökorko ja laatan paksuus. Näitä ominaisuuksia saa laitettua kuvaan esimerkiksi Precast-lisäosan työkaluilla, joista on kerrottu enemmän kappaleessa 8. Myös Revitin omilla toiminnoilla saa Tagattua eli merkattua kaikki tietyn kategorian rakenteet kerralla.

8 PRECAST-OHJELMA ELEMENTTIEN SUUNNITTELUUN

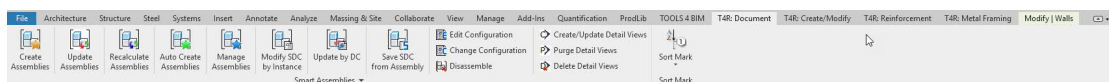
BIM-ohjelmien kehittäjä AGACAD tarjoaa Revittiin Precast Concrete -lisäosaa erityisesti rakenne- ja elementtisuunnittelijoille. Ohjelma sisältää erilaisia toimintoja, joiden tarkoituksena on helpottaa elementtirakenteisten rakenneosien suunnittelua, mallintamista sekä niiden merkitsemistä. Precast Concrete -lisäosan työkaluja ovat:

- Smart Assemblies, jolla saa luotua elementeistä erilaisia elementtikuvia, joissa on mitat, paino ja muut elementtikuvassa tarvittavat tiedot.
- Smart Connections, jolla saa muokattua elementtejä ja lisättyä niihin tarvittavia komponentteja.
- Wall Reinforcement, jolla voi luoda, päivittää ja muokata seiniin tulevia raudoituksia. Työkalu tunnistaa seinien muodot, luo erilaiset raudoitukset ja huomioi esimerkiksi seinien aukot raudoituksessa.
- Sort Mark numeroi elementit itse asetettujen parametrien mukaan.
- Metal Framing Floor tekee metallikehät lattioille ja muille laatoille.
- Smart Walls, jolla pääsee muokkaamaan seiniä ja esimerkiksi jakamaan seinäelementit osiin.
- Floor Panel Layout, jolla voi tehdä laattajaot.

Alla on kerrottu tarkemmin sellaisista Precast Concrete -työkaluista hieman enemmän, joista on oletettavasti eniten hyötyä rakennesuunnittelussa.

Smart Assemblies

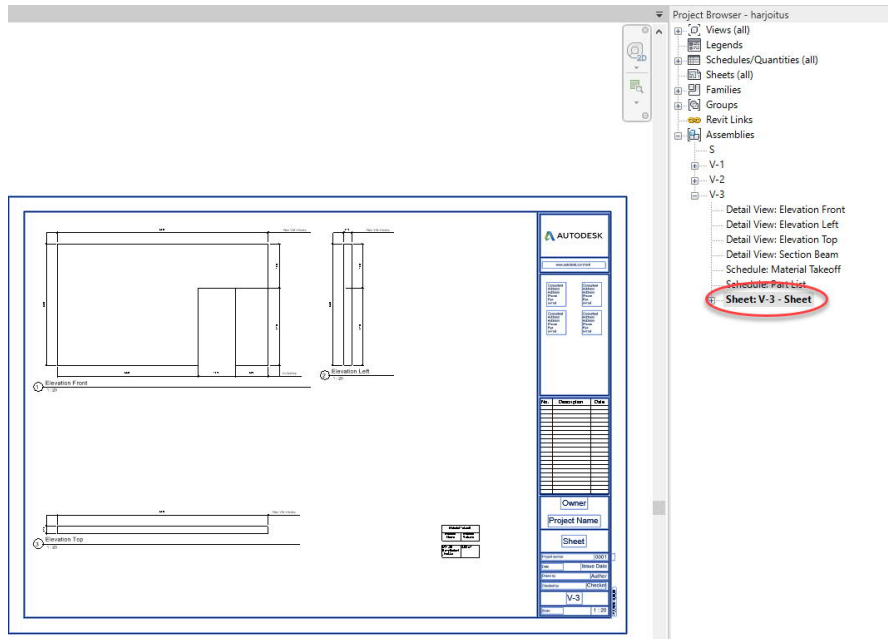
Smart Assemblies -työkalun avulla voi tehdä elementtikuvia. Kuvassa 16 on esitetty T4R: Document -valintanauha, josta pääsee käyttämään Smart Assemblies -lisäosan työkaluja. Tärkeimpiä työkaluja elementtikuvan luomiseen ovat Create Assemblies, Update Assemblies sekä smart Assemblies alavetovalikosta löytyvä Shop Drawing Configuration (SDC).



Kuva 16. T4R: Document -valintanauha, josta löytyy Smart Assemblies -työkalut

Käytetään tässä kappaleessa esimerkkinä väliseinää, josta elementtikuva tehdään. On muutamia asioita ennen kuin virallisen elementtikuvan teko voidaan aloittaa. Rakenneosalle on merkattava Mark, jotta elementti voidaan tunnistaa, väliseinälle esimerkiksi V-1. Rakenneos on muutettava Assemblyksi, eli kokoonpanoksi.

Valitaan T4R: Document -nauhasta Create Assemblies, jonka jälkeen voi päättää haluaako tehdä kaikista seinistä kokoonpanot vai vain yhdestä. Tässä vaiheessa on hyvä valita vain yksi seinän, josta elementtikuvan tekee, koska samoilla asetuksilla pääsee myöhemmin tekemään loput seinäelementtikuvat. Create Assembly -valinta ottaa huomioon kaikki elementissä olevat osat ja tuo ne elementtikuvaan. Kun osasta on tehty kokoonpano, muodostuu Project Browseriin Assemblies-valikko kuten kuvassa 17, jonka alle tulee kyseisestä kokoonpanosta, eli tässä tapauksessa väliseinästä V-1, alustavat mittakuvat. Lehdelle voi mittakuvan lisäksi tuoda myös muita kuvia ja erilaisia taulukoita.

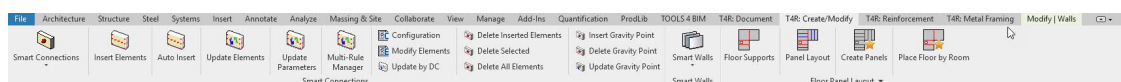


Kuva 17. Assemblies-valikko Project Browserissa ja elementtikuva

Mittakuvia pääsee muokkaamaan Smart Assemblies -lisäosan toiminnoilla. Shop Drawing Configuration (SDC) on hyödyllinen toiminto, koska sillä pääsee nimeämään mittakuvat ja muuttamaan näkymiä sekä lisäämään mittoja ja tekstejä. Update Assemblies -toiminto päivittää muokkaukset kaikkiin kuviin. SDC-valikosta pääsee Edit Dimensioning Rules -kohtaan, josta pääsee määrittelemään, miten haluaa mitoittaa kolot, teräkset ja muut lisäosat. Tämä toiminto vastaa Teklan elementtipiirustusasetusten määrittämistä.

Smart Connections

Smart Connections on työkalu, jolla saa muokattua elementtejä ja lisättyä niihin tarvittavia komponentteja. Smart connections -lisäosan avulla saa myös lisättyä elementtiin Gravity Pointin eli painopisteen. Kuvassa 18 on T4R: Create/Modify -valintanauha, josta löytyy Smart Connections -työkalut. Smart Connections Configuration -valikosta pääsee lisäämään elementteihin komponentteja kuten seinälenkkejä ja nostoankkureita.



Kuva 18. T4R: Create/Modify-valintanauha, josta löytyy Smart Connections -työkalut

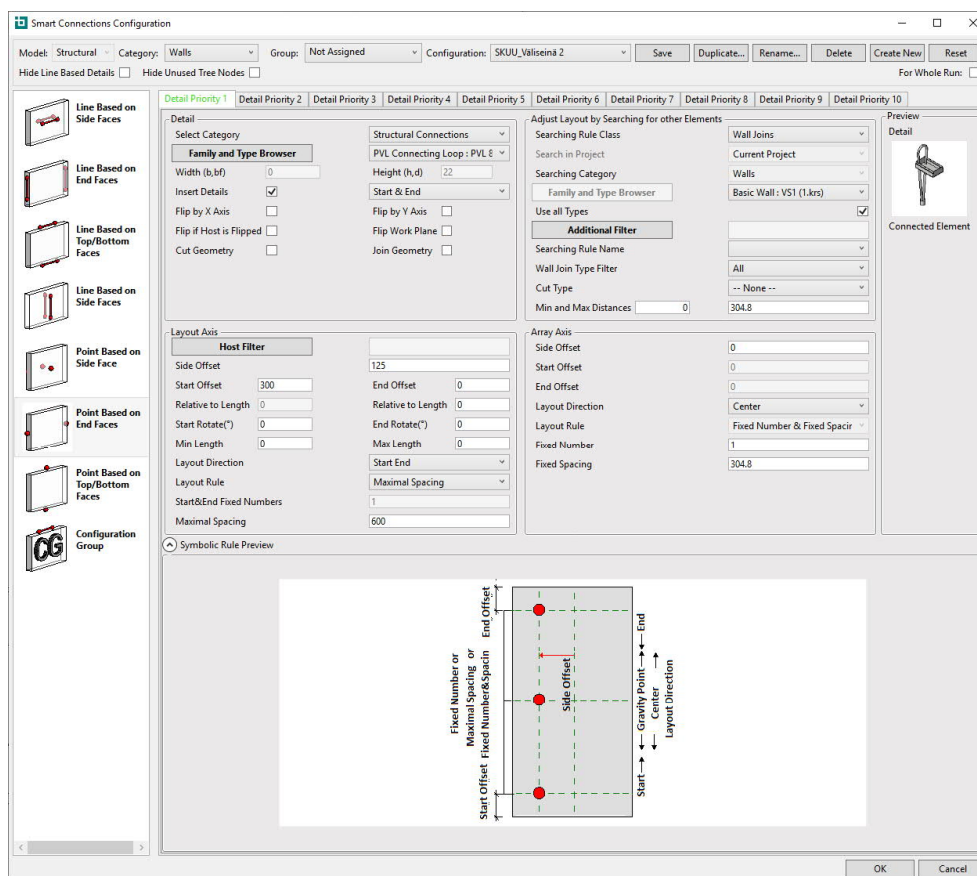
Kuvassa 19 on väliseinäelementissä Peikon PVL-80 seinälenkki. Työkalun toimintaperiaate on sellainen, että vasemmalla on valikko, josta pääsee

määrittämään, mihin kohtaan elementtiä tietty komponentti halutaan lisätä. Neljä ylintä kohtaa vasemmanpuoleisessa valikossa ovat kolojen ja urien asettamista varten. Näihin kohtiin voidaan määrittää julkisivujen uritukset, elementtien sivuissa olevat valu- ja pumppu-urat ja esimerkiksi tartuntojen kolot.

Point Based kohtiin pääsee asettamaan komponentteja:

- Point Based on side faces -kohtaan esimerkiksi vemot
- Point Based on End faces saa laitettua seinälenkit
- Point Based on Top/Bottom Faces -kohtaan nostolenkit ja tartunnat.

Oikean puolen valikkoon voidaan määrittellä, millainen komponentti lisätään ja mihin korkoon se sijoitetaan. Asetukset tallennetaan nimellä, tässä tapauksessa väliseinä. Kun halutut asetukset on tehty ja tallennettu voidaan elementti tehdä valmiiksi valitsemalla elementti, johon asetukset halutaan ja valitsemalla Insert Elements. Urat ja komponentti tulevat valittuun elementtiin. Asetuksia pääsee muokkaamaan ja tämän jälkeen päivitys tapahtuu Update Elements -valinnasta.



Kuva 19. Smart Connections Configuration -valikko, jossa esimerkkinä PVL 80 seinälenkki

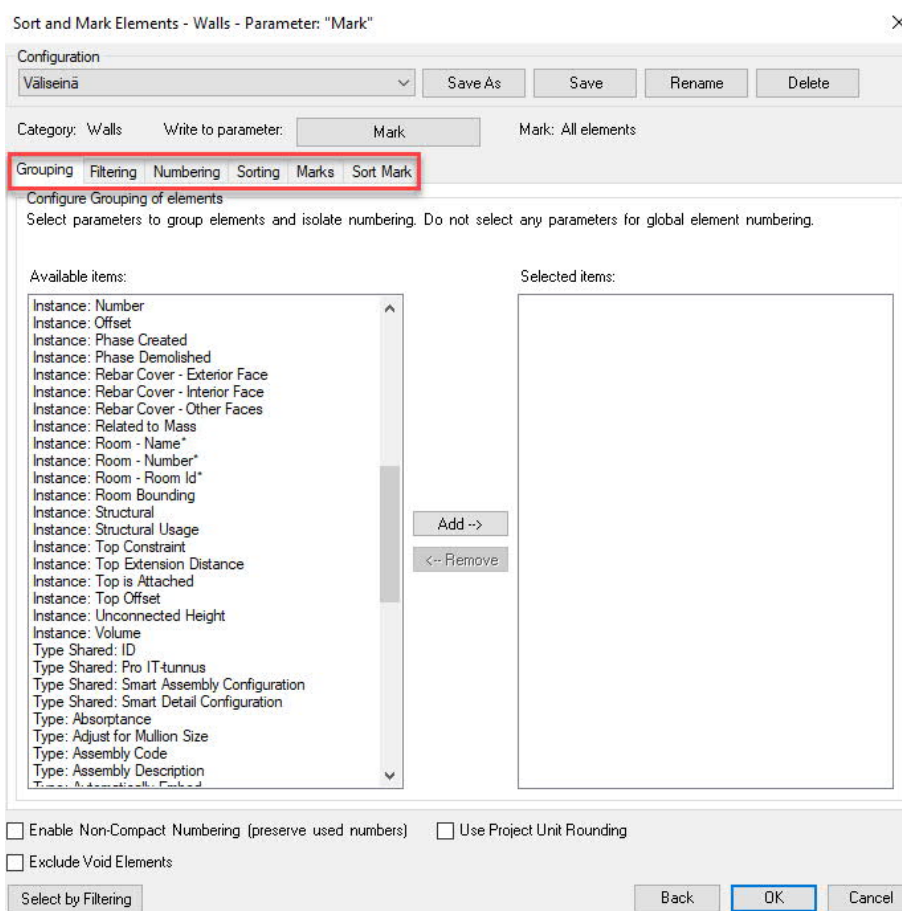
Painopisteen saa lisättyä T4R: Create/Modify -valintanauhasta, kohdasta Insert Gravity Point. Ennen painopisteen lisäystä on oltava tiedossa elementin paino. Tämä tulee automaattisesti silloin, kun on asettanut sellaisen materiaalin elementille, josta tarvittavat parametrit massan laskemiseen löytyvät.

Sort Mark

Sort Mark on työkalu, jolla voi numeroida esimerkiksi ovet, huoneistot ja elementit. Työkalu löytyy T4R: Document -valintanauhasta. Sort Mark -kohdassa on alavetovalikko, jossa on kaikki kyseisen työkalun toiminnot. Eniten hyötyä rakennesuunnitteluun on työkalusta Element Numbering, jolla voi numeroida asetettujen parametrien mukaan halutut elementit.

Ensin valitaan kategoria, jonka mukaisia elementtejä tahdotaan numeroida. Seuraavaksi valitaan, minkä parametrin mukaan elementit numeroidaan. Tässä tapauksessa valitaan Mark ja numeroidaan väliseinäelementit. Kuvassa 20 on valikko, josta pääsee organisoimaan parametrejä, joiden mukaan numerointi tehdään. Valikoita ovat Grouping, Filtering, Numbering, Sorting, Marks ja

Sort Mark. Näiden avulla voidaan määrittää, mitä tietoja halutaan, että elementtimerkinnässä näkyy. Näiden parametrien avulla saa myös tehtyä elementtilistan.



Kuva 20. Sort and Mark Elements

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön alussa on käyty läpi tietomallinnusta arkkitehti- ja rakenne-suunnittelun kannoilta, jotta on saatu selville, miten mallit näiltä osin eroavat ja yhtenevät toistensa kanssa. Tästä kirjallisuustutkimuksesta on ollut apua tutkimusvaiheessa, kun on mietitty, mitä rakenteita arkkitehdin alkuperäisestä tietomallista olisi hyvä hyödyntää. Päätaavoitteena oli tutustua arkkitehdin Revit-malliin ja sen hyödynnettävyyteen rakennesuunnittelussa. Tutkimusvaiheessa selvisi, että arkkitehdin mallista on järkevää kopioida alussa kaikki pystyrakenteet, joita rakennemallista on löydyttävä, eli kaikki kantavat seinät ja kaikki eikantavat betonirakenteet sekä sellaiset rakennetuotteet, joiden koolla ja sijainnilla on merkitystä muille suunnittelijoille.

Rakennemallin tekoa aloittaessa arkkitehdin alkuperäisestä Revit mallista on hyötyä, koska perusrakenteita ja niiden paikkoja pääsee kopioimaan melko helposti. Koska suunnittelu ja samalla koko mallinnus projekti etenee vaiheittain ja muutoksia tulee koko projektin aikana, on vaikea sanoa, mitä rakenteita on järkevää tai edes mahdollista hyödyntää myöhemmissä suunnitteluvaiheissa. Oletuksena on, että ainakin arkkitehtimallin aukkojen kopiointi rakennemalliin olisi avuksi. Tämä kävi ilmi myös haastateltaessa HMV arkkitehtitoimiston arkkitehtiä, jolla on kokemusta projektista, jossa Revit on ollut käytössä sekä arkkitehdillä, että rakennesuunnittelijalla. Haastattelun perusteella selvisi myös, että arkkitehdille rakennemallissa mahdollisesti hyödynnettävissä olevia osia ovat teräsrakenteet, kuten IV-konehuone ja katokset. Muulta osin Revitillä tehdystä rakennemallista ei luultavasti ole apua arkkitehdille.

Työn aikana selvisi, että yksi merkittävä ero Teklalla ja Revitillä tehdyissä rakennemalleissa on IFC-malliin saatavien tietojen eroavaisuudet. SRV:n tietomallikoordinaattoreiden kanssa käydyn keskustelun perusteella selvisi, että he haluavat toimia Open Bim periaatteella. Suunnittelijat tulostavat malleistaan IFC-muodossa olevat mallit, joita törmäystarkastellaan ja joiden informaatiota hyödynnetään laskelmissa. Koska Revit ei ole kehittänyt samalla mittakaavalla IFC-tiedoston käyttöä kuin Teklan BEC-projektissa on tehty, oli tässä työssä tarkoituksena auttavasti selvittää mitä ja miten tietoja saadaan alkuperäisestä Revit-mallista IFC-malliin. Rakennuttajan kanssa käydyn keskustelun pohjalta saatiin hyvä yleiskuva, mitkä tiedot ovat heille tärkeitä ja tämän pohjalta lähdettiin miettimään, miten tiedot olisi hyvä olla IFC-mallin informaatio lehdillä. Revitin IFC-tietojen kehittäminen etenee siten, että rakennuttajalle lähetettiin Revitistä tulostettu esimerkki IFC-tiedosto kommentoitavaksi. Näiden kommenttien jälkeen tehdään tarvittavia muutoksia ja lisäyksiä tietoihin. Tavoitteena on, että Revitistä tulostettu IFC-malli olisi yhtä käyttökelpoinen ja informatiivinen kuin Teklan rakennemallista tehty IFC.

AutoDeskin Revit-mallinnusohjelma oli aluksi vieras, mutta AutoDeskin ja Internetin Revit -yhteisöjen hyvien ohjeiden avulla Revitin käyttö tuli tutuksi. Myös aiemmin yritykselle tehdyistä lopputöistä oli paljon apua.

Tutkimusvaiheen alussa oli tärkeää käsitellä muutamia hyödyllisiä toimintoja ja työkaluja, jotta ohjelman käyttö olisi sujuvampaa. Myös tutkimuksen lopussa on käyty läpi erilaisia toimintoja, joilla on saatu tehtyä rakennesuunnittelun kannalta tärkeitä dokumentteja, kuten tasokuvia ja elementtikuvia.

Työn aikana kokeilussa oli Structural Precast for Revit 2020 -lisäosa, josta oli tavoitteena saada apua elementtien ja tasokuvien tekoon. Precast Concrete -lisäosan käyttö osoittautui hyödyllisimmäksi siinä vaiheessa, kun koko elementtisuunnittelu tehdään 3D-mallin kautta, koska silloin asetukset, jotka tehdään kerran, voidaan monistaa jokaiseen haluttuun elementtiin ja samalla saadaan kaikista tehtyä kuvat samoilla asetuksilla. Yksittäisiin tyyppielementteihin lisäosan työkalujen käyttö on työlästä ja aikaa vievää. Elementtikuvia voi tehdä myös ilman Smart Assemblies -työkalua. Tämän ohjelman käyttöä ja siihen tutustumista on hyvä jatkaa myöhemmin, koska lyhyellä kokeilujaksolla ei ehtinyt saada kaikkia tehoja irti tästä lisäosasta.

Opinnäytetyön kautta toimeksiantaja on saanut tietoa Revit-ohjelman käytöstä rakennesuunnittelussa. Tässä raportissa on käyty prosessi pääpiirteittäin ja tarkemmat tulokset eli toimeksiantajalle tehty ohjeistus jää ainoastaan yrityksen käyttöön. Työssä jäi pohtimatta vielä paljon asioita, jotka vaikuttavat rakennemallin tekoon Revitillä. Yksi merkittävä tässä opinnäytetyössä tutkimatta jäänyt osa-alue on tietomallipohjaiset reikä tarkastelut ja niiden hallitseminen. Toinen jatkotutkimuskohde voisi olla analyysimallin käsitteleminen siten, että se olisi mahdollisimman helposti laskentaohjelmien hyödynnettävissä. Myös Revitin Dynamon eli sisäisen ohjelmointiohjelman käyttö voisi tuoda rakennemallintamiseen uusia mahdollisuuksia. Revit on hyvin monipuolinen tietomallinnusohjelma ja toimintoja voi tehdä useammalla erilaisella tavalla. Tässä työssä on käyty läpi tapoja, jotka ovat tällä hetkellä ja tässä työssä todettu hyödyllisiksi, mutta toiminnan kehittyessä, uusia erilaisia ja parempiakin tapoja toimia löytyy varmasti lisää. Revitin käytön kehittämistä ja sen mahdollisuuksien tutkimista jatketaan yrityksessä kehitysryhmän kautta.

LÄHTEET

Anttila, V. 2016. Betonielementtien määrälaskenta IFC-mallista. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu> [viitattu 4.2.2020].

Autodesk. 2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://knowledge.autodesk.com/> [Viitattu 12.1.2020].

Elementtisuunnittelu. 2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu> [Viitattu 12.2.2020].

Henttinen, T. 2012a. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf. [Viitattu: 27.12.2019].

Henttinen, T. 2012b. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf. [Viitattu 27.12.2019].

Kautto, T. 2012a. Elementtisuunnittelun mallinnusohje. WWW-dokumentti. Saatavissa: [file:///C:/Users/salla.kuusinen/Downloads/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje%20\(1\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/salla.kuusinen/Downloads/BEC2012%20Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje%20(1)%20(1).pdf) [viitattu 23.1.2020].

Häkkinen, A. 2017. Suomalaisomisteinen suunnittelujätti syntyi – osa henkilöstöstä omistaa siitä enemmistön. *Rakennuslehti* 3/2017.

Kautto, T. 2012b. Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 5. Rakennesuunnittelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf. [Viitattu 27.12.2019].

Revit Arksystems. S.a. WWW-sivut. Saatavissa: <http://www.arksystems.fi/tuotteet/revit/> [viitattu 6.12.2019].

Salmela, P. 2013. BEC-luettelot tietomallista. *Betoni -lehti 1/2013*.

Sitowise. 2019. Yrityksen viralliset WWW-sivut. Saatavissa: <https://www.sitowise.com/fi/sitowise/yritys> [viitattu 6.2.2020].

Tekla. 2020. Tietoa meistä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4> [viitattu 23.1.2020].

