

Sami Siloaho

MagiCAD for Revit tietomallipohjaisessa LVI-suunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

10.5.2017

Tekijä Otsikko	Sami Siloaho MagiCAD for Revit tietomallipohjaisessa LVI-suunnittelussa
Sivumäärä Aika	44 sivua 10.5.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	teknologiajohtaja Tero Järvinen lehtori Jarmo Tapio
<p>Insinööriyössä oli tavoitteena selvittää Revit-tietomallinnusohjelmiston sekä yhdessä tämän kanssa toimivan MagiCAD for Revitin soveltuvuus LVI-suunnitteluyrityksen ensisijaisiksi tietomallinnusohjelmistoiksi Suomessa.</p> <p>Työssä tutkittiin MagiCADin tuomia etuja pelkällä Revitillä tapahtuvaan mallintamiseen verrattuna sekä sitä, miten työnkulku muuttuu verrattuna nykyiseen AutoCAD-pohjaiseen suunnitteluun. Perekdyttiin myös taloteknisten järjestelmien kannakointien suunnitteluun tarkoitettun MagiCAD Supports & Hangersin toimintaan ja selvitettiin sen soveltuvuutta osana muuta suunnitteluprosessia. Lopuksi tutkittiin, miten tietomallintamista ohjaava julkaisusarja ”Yleiset tietomallivaatimukset 2012” soveltuu Revit-pohjaiseen mallintamiseen. Työ toteutettiin ohjelmistoihin itsenäisesti tutustuen sekä niiden käytännön vertailuun perustuen. Lisäksi perehdyttiin aiheesta saatavilla olevaan kirjallisuuteen.</p> <p>Revit- sekä MagiCAD-ohjelmistoilla tapahtuvan mallintamisen sekä siihen liittyvien prosessien todettiin olevan nopeampia ja tehokkaampia nykyiseen tilanteeseen verrattuna, eikä Revitin täysipainoiseen käyttöönottoon havaittu esteitä ohjelman korkeahkon oppimiskynnyksen lisäksi. Supports & Hangersilla tapahtuva kannakoinnin suunnittelu todettiin helpoksi oppia sekä käytännössä nopeaksi toteuttaa. Yleisten tietomallivaatimusten osalta ei havaittu muutostarpeita Revitin käyttöönoton myötä.</p> <p>Työ vahvistaa näkemystä, jonka mukaan AutoCADista Revit-pohjaiseen suunnitteluun siirtymiselle ei ole suuria esteitä. Käyttäjien koulutukseen ja tukeen tulee kuitenkin sijoittaa resursseja heti ensimmäisen Revitillä toteutettavan projektin alusta lähtien.</p>	
Avainsanat	MagiCAD, Revit, Supports & Hangers, tietomallinnus, YTV 2012

Author Title Number of Pages Date	Sami Siloaho MagiCAD for Revit in building information modelling based HVAC design 44 pages 10 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructors	Tero Järvinen, Technology Director Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to determine the feasibility of using Revit building information modelling software that operates with MagiCAD as the primary modelling software in a Finnish HVAC engineering company. The final year project compared the benefits of MagiCAD to using Revit without any add-on software. Modelling supports for building services as part of the design process using MagiCAD's Supports & Hangers tool was also examined. The suitability of the Common BIM Requirements 2012 for Revit-based modelling was also evaluated.</p> <p>Modelling and the processes associated with it were found to be faster and more efficient when using Revit with MagiCAD. The design of supports with MagiCAD Supports & Hangers was also found to be easy to adopt and fast in practice. Furthermore, the current version of the Common BIM Requirements 2012 was found to be applicable also when switching to Revit-based modelling.</p> <p>This thesis reaffirms the view that there are no major obstacles in shifting from AutoCAD to Revit based modelling in Finland. Based on this thesis the change cannot, however, be made without including MagiCAD. When starting the first project to be done in Revit, enough resources and support should be made available to users to ensure as smooth as possible a transition period.</p>	
Keywords	MagiCAD, Revit, Supports & Hangers, BIM, YTV 2012

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tietomallinnus	2
2.1	Mikä on rakennuksen tietomalli?	2
2.2	Tietomallivaatimukset	4
2.3	Talonrakennushankkeen eri mallit	5
2.3.1	Vaatimusmalli	5
2.3.2	Tontin malli ja inventointimalli	6
2.3.3	Tilamalli	6
2.3.4	Rakennusosa ja järjestelmämallit	7
2.3.5	Tuotantomalli	7
2.3.6	Toteumamalli	8
2.3.7	Ylläpitomalli	8
2.4	Yhteistyö muiden suunnitteluosapuolten kanssa	8
2.5	Tietomallin hyödyntäminen talotekniikkasuunnittelussa	9
3	Tietomallinnusohjelmistot	10
3.1	AutoCAD	11
3.2	Revit	13
3.2.1	Yleistä	13
3.2.2	Worksharing-työryhmäominaisuus	18
3.2.3	Revit Server	22
3.2.4	BIM 360 Team	23
3.2.5	Collaboration for Revit	23
3.2.6	Dynamo-ohjelmointi	25
3.3	MagiCAD for Revit	27
3.3.1	MagiCADin tuomia etuja mallintamiseen	28
3.3.2	MagiCAD Supports & Hangers	31
4	Mallintaminen MagiCAD Supports & Hangers -sovelluksella	33
5	Magicad for Revit ja Yleiset tietomallivaatimukset	36
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	41
	Lähteet	43

1 Johdanto

Suomessa taloteknisessä suunnittelussa pääasiallinen suunnitteluohjelmisto on ollut pitkään Autodesk-yhtiön AutoCAD-ohjelma sekä Progman Oy:n AutoCADiin kehittämä MagiCAD-laajennus. AutoCADia ei kuitenkaan ole alun perin kehitetty nimenomaan rakentamisen suunnitteluun saatikka rakentamisen tietomallintamiseen. Tätä tilannetta paikkaamaan Autodesk osti vuonna 2002 Revit Technology Corporationin, joka oli julkaissut tietomallinnukseen suunnitellun Revit-ohjelmiston kaksi vuotta aiemmin. Autodesk on sittemmin julkaissut Revitiin useita päivityksiä, ja nykyään uusi versio julkaistaankin vuosittain. Revit on pikkuhiljaa kasvattanut markkinaosuuttaan ja muualla maailmassa Revitin osuus rakentamisen suunnitteluohjelmistoista on jo merkittävä. Suomessa sen käyttö on toistaiseksi rajoittunut lähinnä vain arkkitehtisuunnitteluun. Viime aikoina ohjelmiston kehitys on kuitenkin saavuttanut pisteen, jossa kotimaisissakin suunnittelutoimistoissa kaa-vaillaan siirtymistä Revitin käyttöön uusissa projekteissa. Osaltaan painetta tähän muutokseen tuovat asiakkaat, jotka saattavat jo vaatia Revitin käyttöä projekteissa.

Revit nykymuodossaan on jo varsin kypsä alusta tietomallintamiseen, mutta siinä on myös merkittäviä puutteita ja parantamisalueita. Niinpä nykyään kiinalaisen Glodon Software Companyn omistuksessa oleva suomalainen Progman Oy on julkaissut MagiCADista myös Revitissä toimivan version, joka mahdollistaa rakennusten tietomallintamisen todellisilla tuotteilla. MagiCADin tuotekirjasto kattaa yli 1 000 000 taloteknistä tuotetta Pohjois-Euroopan ja Kiinan markkina-alueilta. Näistä kukin sisältää 3D-geometrian sekä tarpeelliset tekniset tiedot verkostojen todellisen käyttäytymisen laskemiseksi.

Tämän työn pääasiallisena tilaajana on vuonna 1960 perustettu Granlund Oy, joka työllistää lähes 750 henkilöä. Yritys on vahvasti energiatehokkuuteen panostava suunnittelu- ja konsultointitoimisto, joka tarjoaa talotekniikkasuunnittelun lisäksi kiinteistö-, energia- ja ympäristökonsultointia sekä kehittää ohjelmistoja tukemaan keskeisiä toimialojaan.

Granlund harkitsee parhaillaan Revitin käyttöönottoa taloteknisessä suunnittelussa. Tämän insinööriyön keskeisenä tarkoituksena on kirjallisuuteen sekä ohjelmistojen käytännön vertailuun perustuen selvittää, onko Revit yhdessä MagiCAD for Revitin kanssa soveltuva yrityksen ensisijaiseksi tietomallinnusohjelmistoksi.

Työssä tutkitaan MagiCADin tuomia etuja pelkkään Revitillä tapahtuvaan mallintamiseen verrattuna ja sitä, miten työnkulku muuttuu verrattuna AutoCADilla tapahtuvaan suunnitteluun. MagiCAD for Revitin tuorein laajempi lisäys on vuonna 2016 ilmestynyt Supports & Hangers-lisäosa, joka mahdollistaa taloteknisten järjestelmien vaatimien kannakointien mallintamisen. Työssä perehdytään myös tämän työkalun käyttöön ja selvitetään sen soveltuvuutta osana muuta suunnitteluprosessia. Supports & Hangers -lisäosaa käyttäen suunnitellaan kannakoinnit aiemmin Revitillä mallinnetun kohteen pienehkön taloteknisen tilan teknisille järjestelmille.

Suomessa tietomallintamista ohjaa buildingSMART Finlandin laatima Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012) -julkaisusarja. Yleiset tietomallivaatimukset on laadittu lähtökohdasta, jossa kukin kerros mallinnetaan omaan tiedostoonsa. Työssä selvitetään myös, miten nykyinen YTV 2012 soveltuu Revit-pohjaiseen suunnitteluun ja tulisiko YTV:iin tehdä muutoksia Revitin käyttöönoton myötä.

Granlund Oy:n lisäksi Progman Oy on tukenut tätä insinööriyötä sekä rahallisesti että antamalla opastusta ohjelmien käytössä.

2 Tietomallinnus

2.1 Mikä on rakennuksen tietomalli?

Rakentamisessa tietomalli tarkoittaa rakennuksesta luotavaa, yhtä tai useampaa, todellisuutta läheisesti vastaavaa virtuaalista mallia. Näiden mallien avulla tuetaan rakennuksen ja rakentamisen suunnittelua ja koko elinkaaren aikaista ylläpitoa. Lisäksi mahdollistuu manuaalisia prosesseja parempi ja tehokkaampi analytiikka ja kokonaisuuden hallinta. Rakentamisvaihe ja ylläpitovaihe perinteisesti ovat olleet kaksi täysin erillistä ja toisistaan riippumatonta ajanjaksoa rakennuksen elinkaaren aikana, eikä rakentamisvaiheen aikana syntynyt tieto rakennuksesta ole siirtynyt kokonaisuudessaan käyttäjälle. Tietomalli tulee tässä avuksi ja siirtää tietoa eteenpäin, mikäli tilaajalla ja rakennuksen käyttäjällä on halua sen hyödyntämiseen. [1, s. 1., 2.]

Tietomallissa rakennusosia kuvataan objekteilla, joille on annettu niitä koskevia tietoja ja arvoja. Malli kuvastaa rakennuksen fyysisiä sekä toiminnallisia ominaisuuksia ja täten auttaa ylläpidossa ja päätöksenteossa koko rakennuksen elinkaaren ajan. Mallin käytöllä

voidaan vähentää suunnittelussa syntyviä virheitä jo varhaisessa vaiheessa, kun eri suunnittelualojen mallit voidaan yhdistää yhdeksi yhdistelmämalliksi. Tämä mahdollistaa ristiriitojen havaitsemisen eri suunnitelmien kesken ja näin parantaa rakentamisen laatua.

Milloin rakennuksen mallia sitten voidaan nimittää tietomalliksi? Tähän kysymystä voidaan lähestyä selvittämällä, mitä tietomalli ei ainakaan ole. Kolmiulotteinen malli, joka sisältää rakennuksen fyysisen olemuksen kuten seinät, katon, vesijohdot, ilmanvaihtokoneet ja sähkökeskukset, on visuaalinen malli rakennuksesta, mutta ei tietomalli. Jotta mallia voidaan nimittää tietomalliksi, tulee sen osien sisältää tietoa. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi toteutussuunnitteluvaiheessa tietyllä osuudella vesijohtoa on parametreina vähintään putken materiaali, putkikoko, tilavuusvirtaus sekä painetaso. [3.]

Tietomallilla on lisäksi tiettyjä ominaisuuksia, jotta sitä voidaan kutsua tietomalliksi: Objekteilla on tieto siitä, mitä ne ovat ja mihin kategoriaan kuuluvat. Täten esimerkiksi ovella on tieto, että se on ovi ja että se voidaan kiinnittää vain seinään. Tietomallissa keskeistä on myös se, että objektien attribuutteja voidaan muokata sieltä, missä tarve havaitaan. Näin ollen esimerkiksi määräluettelossa muutettu hanatyypin päivittyä automaattisesti ja välittömästi myös 3D-malliin.

Suunnittelu arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikka-aloilla tapahtuu nykyään ohjelmistoilla, joilla rakennuksen tietomalli syntyy lähes automaattisesti suunnittelun edetessä. Etenkin talotekniikka-alalla mallista nähdään selkeästi talotekniikan asennusreitit ja risteilyt ja voidaan helposti toteuttaa järjestelmien yhteensovitus. Lähes kaikkien uudiskohteiden suunnittelu toteutetaan nykyään tietomallintamalla. Ainoastaan pienet kohteet, mukaan lukien pienet saneerauskohteet, voidaan toteuttaa vielä 2D-suunnitteluna. [4.]

Tietomallinnuksen merkityksestä kertoo myös se, että EU on perustanut kaksivuotisen BIM-työryhmän vuosille 2016–2017. Tämän jäsenvaltioiden edustajista koostuvan ryhmän tarkoituksena on laatia julkisista hankinnoista vastaaville tahoille ohjeistus siitä, miten tietomallinnuksesta saa parhaan hyödyn. [5.]

Huolellisesti luodun tietomallin avulla voidaan muun muassa vertailla ja simuloida erilaisen teknisten- ja rakenneratkaisujen toimivuutta ja kustannuksia, analysoida näiden ratkaisujen energia- ja ympäristövaikutuksia sekä havainnollistaa suunnitelmia hankkeen eri osapuolille. Mallista nähdään helposti tilavarausten riittävyys sekä mahdolliset risteilyt

eri suunnittelualojen kesken, ja näin vältetään ikäviltä yllätyksiltä työmaavaiheessa. Kun jo suunnittelupöydällä on havaittu kanavien kulkevan kantavien palkkien läpi ja muutokset on voitu tehdä ajoissa, säästetään kustannuksissa merkittäviä summia.

Tietomallien käyttö ei pääty, optimaalisesti, rakennuksen valmistuttua, vaan niitä voidaan hyödyntää vielä ylläpidon aikana sekä rakennuksen elinkaaren päässä rakennusta purettaessa. [6.]

2.2 Tietomallivaatimukset

Jotta kaikilla rakennushankkeen osapuolilla olisi yhteinen näkemys siitä, mitä tietomallin pitäisi sisältää ja millä tarkkuudella nämä asiat pitäisi esittää, tulee olla jokin dokumentti, jossa näistä vaatimuksista sovitaan. Ensimmäisiä tietomallivaatimuksia Suomessa julkaisi vuonna 2007 Senaatti-kiinteistöt, joka alkoi edellyttää kaikissa yli miljoonan euron rakennushankkeissa tietomallintamista. Vaatimus pohjautui nimenomaan rakennusteollisuuden ja suunnittelijoiden toiveisiin, että mallintamisella voitaisiin tehostaa toimintaa. Vuonna 2007 julkaistiin arkkitehtisuunnittelua koskevat tietomallinnusvaatimukset ja talotekniikkaa sekä muita suunnittelualoja koskevat vaatimukset vuonna 2009. [4, s. 8.]

2011 käynnistyi tietomallivaatimusten päivittäminen COBIM-hankkeen muodossa. Senaatti-kiinteistöt ei enää halunnut toimia hankkeen vetäjänä joten puolueettomaksi tahoksi projektia johtamaan valikoitui Rakennustietosäätiö. Tällöin vanhat ohjeet kirjoitettiin uudelleen, sisältöä laajennettiin ja lisäksi julkaistiin neljä täysin uutta osaa. Kirjoittajina toimivat Suomen johtavat suunnittelu- ja konsulttitoimistot sekä urakoitsijat. Tuloksena syntyi vuonna 2012 valmistunut 14-osainen julkaisusarja Yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV 2012), jota ylläpitää ja koordinoi BuildingSMART Finland. BuildingSMART Finland on osa kansainvälistä buildingSMART-järjestöä, joka kehittää yhteisiä menetelmiä rakentamisen ja siihen liittyvien ohjelmistojen väliseen tiedonvaihtoon. [4, s. 8.]

Projektin alussa tulee määrittää kunkin rakennusvaiheen haluttu tietomallintamisen tarkkuustaso. Eri tasoja YTV 2012:ssa on kuvattu kolme. Tasojen laajuus vaihtelee 1. tason suunnittelijoiden välisestä kommunikaatiosta ja suunnitelmien yhteensovittamisesta 3. tason aikataulutusta ja hankintoja palvelemaan tarkkuustasoon. Vaikka rakennusprojek-

tissa olisikin sovittu yleisten tietomallivaatimusten käytöstä ja tietystä mallintamisen tasosta, voidaan niistä projektissa poiketa, mikäli niin on osapuolten kesken yhdessä sovittu. Poikkeamat pitää kuitenkin kirjata ylös tietomalliselostukseen. Tietomalliselostuksessa kukin suunnitteluala pitää yllä ajantasaista kuvausta mallin sisällöstä, mallinustavoista ja -ohjelmistoista. Lisäksi siinä kuvaillaan, mihin tarkoitukseen ja millä tarkkuudella malli on julkaistu. Tietomalliselostus tulisi päivittää aina, kun malli julkaistaan muiden osapuolten käyttöön. [7.]

2.3 Talonrakennushankkeen eri mallit

Talonrakennushanke koostuu useista peräkkäisistä, toisiinsa limittyvistä vaiheista, joiden aikana syntyy lukuisia, tarkkuusasteeltaan sekä sisällöltään vaihtelevia malleja. Hankkeen eri vaiheissa näitä malleja käytetään eri tarkoituksiin ja toisaalta kaikissa hankkeissa kaikkia malleja ei laadita. Kirjassa ”Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla” rakennushankkeen aikana syntyvät mallit jaetaan lähtötieto- ja vaatimusmalleihin, suunnittelumalleihin, tuotantomalleihin sekä ylläpitomalleihin. YTV 2012:ssa eri mallit jaotellaan alla esitettyjen numeroitujen lukujen mukaisesti. [8, s. 18.]

2.3.1 Vaatimusmalli

Vaatimusmalli on tilaajan hankesuunnitteluvaiheessa sähköisessä muodossa laatima malli, joka määrittelee hankkeelle asetettavat vaatimukset. Yksinkertaisimmillaan vaatimusmalli on taulukkomuodossa oleva tilaohjelma, johon on listattuna vähintään tilakohdaiset pinta-alat ja niille asetetut vaatimukset. Tilaajan sekä suunnittelijankin kannalta hyödyllisempää kuitenkin on, jos mukana on tarkempia vaatimuksia esim. halutusta sisäilmaston tasosta, energiankulutuksesta tai äänitasoista. Tekniset vaatimukset voidaan antaa myös TATE-suunnittelijan määritettäväksi. Vaatimusmalliin tulee myös voida sisällyttää tavoitteita koko rakennuksen osalta, kuten kokonaisenergiankulutus ja jäähdytystarve. [1]

Vaatimusmalliin ei valitettavasti useinkaan panosteta tarpeeksi ottaen huomioon, että rakennushankkeessa voidaan syntyviin kustannuksiin vaikuttaa eniten juuri tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheissa. Erityisen tärkeää vaatimusmallin varhainen ja huolellinen laatiminen on, jos rakennukselle tavoitellaan jotain tiettyä ympäristöluokitustasoa kuten BREEAM tai LEED. [9, s. 11.]

Tietomallipohjaisessa vaatimusmallissa puolestaan asetetut vaatimukset voidaan siirtää automaattisesti eteenpäin tietomallin avulla, samalla mahdollistaen tavoitteiden toteutumisen jatkuvan seurannan. Vaatimuksiksi voi olla asetettuna esimerkiksi tilan kesäajan korkein sallittu lämpötila tai tilaan haluttu ilmamäärä. Edellytyksenä kuitenkin on, että rakennuksesta on olemassa edes karkea arkkitehtimalli, sillä vaatimukset liitetään osaksi huoneobjekteja. Tästä johtuen aivan projektin alussa vaatimusmallia ei voida yleensä toteuttaa tietomallipohjaisesti. Oikein tehtynä tietomallipohjaista vaatimusmallia voidaan hyödyntää automaattiseen vaatimusten toteutumisen tarkastukseen ja lisäksi mallin avulla voidaan visualisoida eri parametreja. [3, s. 12.]

2.3.2 Tontin malli ja inventointimalli

Kolmiulotteinen tontin malli on yleensä osa arkkitehtimallia. Tontin malliin tarvittavat maaston tiedot saadaan joko kunnan perusrekisteristä tai mallinnus voidaan teettää ulkopuolisella taholla. [9, s. 14.]

Korjausrakentamishankkeissa tehtävä lähtötilanteen mallinnus on osa tietomallivaatimuksia. Tämä inventointimalli laaditaan vanhojen dokumenttien, paikan päällä suoritettujen mittausten, inventointien ja tutkimusten perusteella. Inventointimalli on perusedellytys muulle suunnittelutyölle ja mallintamiselle, ja sen laatimiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Huonolaatuisen inventointimallin perusteella tehdystä suunnittelusta voi helposti koitua hankaluuksia työmaavaiheessa. Mitä vanhemmasta rakennuksesta on kyse, sitä todennäköisemmin rakennusta ei ole rakennettu täysin suunnitelmia vastaavaksi. [10, s. 7.]

2.3.3 Tilamalli

Tilamallissa arkkitehti hakee optimaalista vaihtoehtoa tilojen ryhmittelylle, rakennuksen massoittelulle ja sijoittamiselle tontille. Tilamalli koostuu seinillä rajatuista tilaobjekteista, joihin on liitetty tilan tunnistetiedot ja käyttötarkoitus. Yksi tila voi vastata yhtä huonetta tai suurempaa tilaryhmää. Tilamallia voidaan hyödyntää myös esim. energia-analyyysien lähtötietona. Tämä kuitenkin edellyttää, että seinät on jaettu vähintään ulko- ja väliseiniin. Lisäksi myös ikkunoiden tulee olla mallinnettu suuntaa-antavasti. [7, s. 3.]

2.3.4 Rakennusosa ja järjestelmämallit

Rakennusosa- ja järjestelmämallit koostuvat geometria- ja ominaisuustiedon sisältävistä objekteista. Rakennusosamallin laatii arkkitehti, ja se sisältää tilat ja rakennusosat. Rakennesuunnittelija puolestaan laatii rakennemallin, jossa esitetään kantavat rakennusosat ja muita keskeisiä rakennusosia sekä eristeet. [8, s. 20.]

Järjestelmämallit ovat talotekniikan erilaisista järjestelmistä koostuvia malleja. Pääjärjestelmät ovat vesi- ja viemäri, ilmastointi-, lämmitys- ja jäähdytys sekä palonsammutusjärjestelmät. Lisäksi on useita erikoisjärjestelmiä. Nämä kaikki tulee toteutussuunnitteluvaiheessa mallintaa toimivina omiksi järjestelmikseen. Toimiva järjestelmä tarkoittaa sitä, että verkosto on virtausteknisesti ehjä ja sisältää suunnitteluohjelmiston laskenta- ja analyysityökalujen tuottaman tarpeellisen ja oikean tiedon. Kukin pääjärjestelmä jaetaan mallin sisällä osajärjestelmiin siten, että voidaan käyttää suunnitteluohjelmiston laskentatyökaluja kullekin osajärjestelmälle erikseen. Esimerkkejä osajärjestelmistä ovat mm. sadevesiviemäri- ja jätevesiviemäriverkostot sekä lumensulatusverkostot ja ilmanvaihtokoneiden patteriverkostot. [3, s. 21.]

Lisäksi eri suunnittelijoiden malleista kootaan usein yhdistelmämalli, jonka avulla voidaan tarkastella eri suunnitelmien keskinäistä yhteensopivuutta. Mallista voidaan nähdä myös mahdolliset puutteet tilavarauksissa ja taloteknisten järjestelmien keskinäiset risteytykset. Lisäksi arkkitehtia kiinnostaa, miten talotekniikan päätelaitteet sopivat osaksi rakennuksen arkkitehtuuria. Yhdistelmämallista voidaan myös tuottaa tilojen tulevia käyttäjiä varten esittelymalli. [9, s. 16.]

2.3.5 Tuotantomalli

Tuotantomalli on työmaavaiheen tuotannonohjauksen avuksi koottu mallikokonaisuus, joka voi sisältää eri suunnittelijoiden tietomallit, työmaan aluemallin, tietomallipohjaisen putoamissuojaussuunnitelman ja muita mahdollisia malleja [8, s. 20]. Tuotantomalleja voidaan lisäksi tehdä useita, rakentamisen eri vaiheita, kuten maa- ja pohjarakennusvaihetta, kellarikerroksen rakentamista sekä rungon pystytystä silmälläpitäen. Tuotantomallissa rakennusosat voidaan ryhmitellä ja ryhmittelyyn avulla tehdä aikataulusta 4D-simulointeja, eli simulointeja, joissa neljäntenä ulottuvuutena on aika. Näin voidaan saada mahdollisimman tarkka tuotantoaikataulu ja suunnitella asennusjärjestykset oikein. [11.]

2.3.6 Toteumamalli

Rakennuksen valmistuttua voidaan laatia toteumamalli, jossa on huomioitu rakentamisen aikana tapahtuneet suunnitelmista poikkeamiset. Malli vastaa tällöin siis oleellisilta osiltaan täysin lopputulosta. Malliin päivitetään myös tuotetiedoilla varustetut komponentit urakoitsijoiden tekemien valintojen mukaan. [3, s. 40.]

2.3.7 Ylläpitomalli

Ylläpitomalli koostuu kiinteistöjen ylläpidossa käytettävistä toteumamalleista kootusta yhdistelmämallista. Siinä esitetään käytön- ja ylläpidon aikaista huoltoa, käyttöä ja kunnossapitoa vaativat rakenteet ja laitteet. Malli helpottaa myös tilojen ja laitteiden paikannuksessa, ja siitä voidaan tuottaa näkymiä esimerkiksi piilossa olevista huoltokohteista tai tilojen 3D-kuvia vuokralaisten käyttöön. [4, s. 19.]

2.4 Yhteistyö muiden suunnitteluosapuolten kanssa

Rakennusta suunniteltaessa eri projektiosapuolet ovat jatkuvasti yhteydessä toisiinsa ja toimittavat säännöllisin väliajoin omat suunnittelumallinsa muiden käyttöön, jotta suunnitelmat voidaan yhteensovittaa ja ristiriidoilta välttyään. Tämän vuoksi tulee olla jokin yhteinen, standardoitu menetelmä, jonka avulla suunnitelmia voidaan jakaa arkkitehtien, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoiden sekä muiden tahojen kanssa. Helpointa on, mikäli kaikilla osapuolilla on käytössään sama suunnitteluohjelmisto, kuten Revit, jolloin muut mallit voidaan linkittää kunkin suunnittelualan päämalliin suoraan natiivimuodossaan. Näin ei kuitenkaan usein ole. Tästä johtuen buildingSMART on kehittänyt avoimen objektipohjaisen tiedonsiirtoformaatin, joka tunnetaan nimellä Industry Foundation Classes, tai lyhyemmin IFC. Yleisesti käytössä oleva IFC-versio tällä hetkellä on vuonna 2006 julkaistu 2X3, mutta uudempi versio 4 on jo olemassa ja tähän siirryttäneen ennen pitkää. Toistaiseksi buildingSMART ei kuitenkaan vielä sertifioi ohjelmistoja versioon 4, joten käyttäjät eivät voi luottaa ohjelmiston standardinmukaisuuteen, vaikka esimerkiksi Autodesk ja Progran ilmoittavatkin Revitin ja MagiCAD for Revitin olevan IFC 4 -yhteensopivia. Tämä hidastaa uuteen versioon siirtymistä. [12.]

IFC-tiedosto sisältää suunnitelman kolmiulotteisen mallin, jossa jokainen objekti sisältää geometriatiedon lisäksi myös muuta tietoa sen ominaisuuksista. Tämän ansiosta voidaan suorittaa erilaisia analyysejä IFC-malleja hyödyntäen. IFC onkin ollut jo pitkään

yleisin tapa siirtää tietomalli muiden käyttöön. Tavallisesti suunnitelmia vaihdetaan muiden osapuolten kesken viemällä IFC-tiedostot johonkin projektikohtaisesti sovittuun kolmannen osapuolen palveluun, josta muut voivat käydä ne lataamassa itselleen. Myös YTV 2012 edellyttää IFC-mallien luomista, siitäkin huolimatta että kaikki suunnitteluosapuolet käyttäisivät Revitiä. IFC on avoin ISO-standardi, ja tästä johtuen tiedostot voidaan avata tarkasteltavaksi, vaikka jollakulla Revitiä ei olisikaan käytössä, tai mikäli vuosien päästä Revit olisi korvautunut jollain täysin muulla ohjelmistolla. [9, s. 6.]

2.5 Tietomallin hyödyntäminen talotekniikkasuunnittelussa

Tietomallin hyödyntäminen on sitä monipuolisempaa, mitä huolellisemmin malli on tehty. Mallin tarkkuustaso tuleekin päättää jo projektin alussa samoin kuin se, mihin sitä aiotaan käyttää, jotta mallinnus voidaan tehdä käytön vaatimalla tavalla.

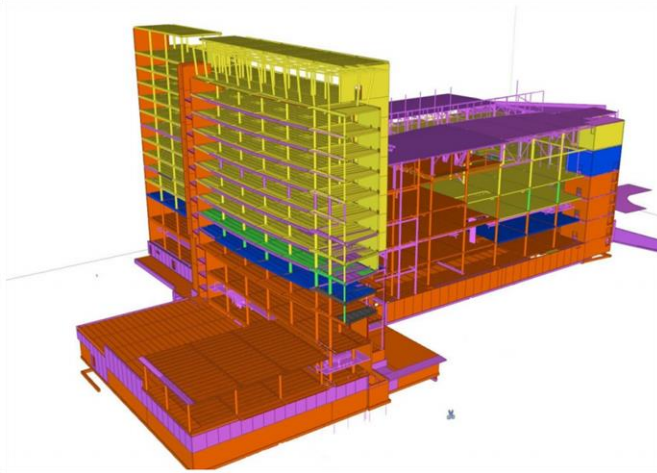
3D-muotoisten tietomallien hyödyntäminen alkaa jo ehdotussuunnitteluvaiheessa, jolloin varhaisia malleja käyttäen voidaan havainnollistaa erilaisia vaihtoehtoisia teknisiä ratkaisuja ja suorittaa olosuhdesimulointeja, energia-analyyssejä sekä elinkaarikustannuslaskelmia. Taloteknisten järjestelmien pääreitit mallinnetaan alustavasti, jotta saadaan kokonaiskuva siitä, mihin ja miten paljon tekniikkaa tulee ja millaisia tilavarauksia on odotettavissa. [9, s. 14.]

Ehdotussuunnitteluvaiheessa valittuja järjestelmäratkaisuja lähdetään jalostamaan yleissuunnitteluvaiheessa. Tällöin mallinnetaan pääkanavistot tietomallin avulla tilavarauksen selvittämiseksi sekä suoritetaan mallien yhteistarkastelua, jotta rakenteiden ja järjestelmien yhteentörmäilyt voidaan havaita. Olosuhdesimulointien avulla määritetään ilmanvaihdon sekä lämmityksen ja jäähdytyksen tarpeet eri tilatyypeille. [9, s. 15.]

Toteutussuunnitteluvaiheessa oleellisesti tarkennetaan yleissuunnitteluvaiheen malleja sille tasolle, että niiden perusteella voidaan lähettää urakkatarjouspyynnöt. Tarkkaan tehdystä mallista massalistas laskentaan voidaankin saada suoraan ja näin vähentää käsin laskettaessa syntyviä virheitä. Tämän vaiheen lopussa ei mallissa saa enää olla merkittäviä yhteentörmäyksiä. [9, s. 17.]

Rakentamisen aikana tietomalleja hyödynnetään etenkin suunnitelmien havainnollistamiseen. 3D-mallia apuna käyttäen on suunnitelmat huomattavasti helpompi hahmottaa

kuin tulostetuista tasokuvista. Myös tuotannosuunnitteluun on tietomalleista merkittävä hyöty, sillä malliin on mahdollista yhdistää rakentamisen aikataulut, jolloin puhutaan 4D-aikataulumallista. Tämän avulla voidaan nähdä visuaalisessa muodossa hankkeen menneet ja tulevat vaiheet (kuva 1). Urakoitsijan lisäksi aikataulussa pysyminen kiinnostaa myös tilaajaa. [13, s. 10.]



Kuva 1. Esimerkki rakennuksen tietomalliin yhdistetystä 4D-aikataulusta jossa eri väreillä on esitetty työn aikataulut suhteessa nykyhetkeen [13, s. 11].

Tietomallinnuksessa on kaikesta huolimatta vielä nykyäänkin puutteita koskien etenkin rakennusvaiheen jälkeistä käyttöä. Esimerkiksi Senaatti-kiinteistöjen selvityksessä havaittiin, että rakennuksen ylläpidon aikaisia vaatimuksia ei riittävästi huomioida tietomallia laadittaessa. Yleensä malliin ei tallenneta materiaalien käyttöikiä tai laitteiden huoltovälejä. Osin tästä johtuen on ylläpidon aikainen tietomallien hyödyntäminen tällä hetkellä vielä varsin alkeellisella tasolla, mutta tulevaisuudessa on todennäköistä, että mallien hyödyntäminen lisääntyy. Kiinnostusta siihen ainakin selvästi on. Toistaiseksi malleja käytetään tavallisimmin kolmiulotteisten näkymien tekoon kiinteistönhoidon tai vuokrausten käyttöön. On myös huomioitava, että rakennusta suunniteltaessa ja mallinnettaessa ei välttämättä vielä edes tiedetä, mihin kaikkeen mallia tulevaisuudessa tullaan käyttämään. Kenties tulevaisuuden käyttötapaa ei ole vielä edes keksittykään. [4, s. 34.]

3 Tietomallinnusohjelmistot

Taloteknisessä suunnittelussa käytettäviä tietomallinnusohjelmistoja on Suomessa ollut tähän asti käytännössä vain kaksi: Progman Oy:n MagiCAD ja Kymdata Oy:n CADS

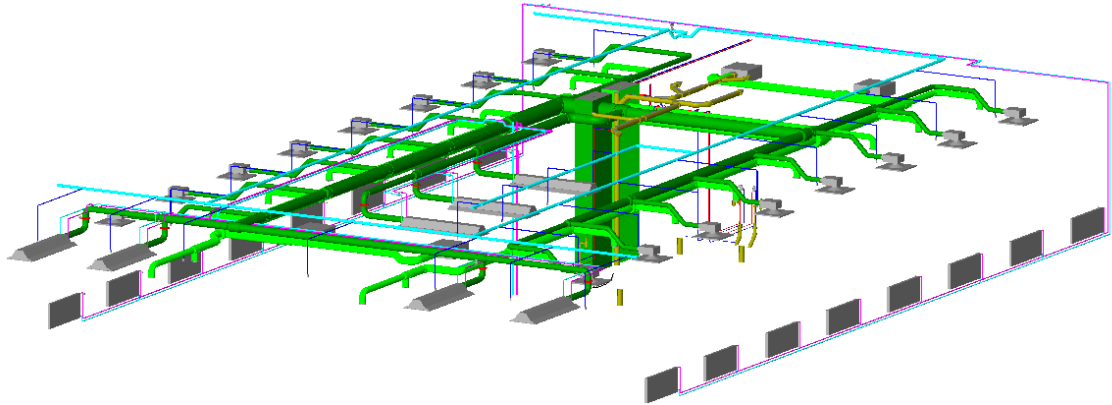
Hepac. Näistä CADs on itsenäinen ohjelmisto, ja MagiCAD puolestaan vaatii toimiakseen Autodesk-yhtiön AutoCAD-ohjelman. CADs on käytössä lähinnä pienemmissä suunnittelutoimistoissa, ja valtakunnalliset toimistot lähes poikkeuksetta käyttävät MagiCADia. Tämä ero lienee pääosin kustannuskysymyksistä johtuva, sillä MagiCAD- ja AutoCAD-lisenssien yhteishinta tulee selvästi kalliimmaksi kuin pelkkä CADs-lisenssi. Uusimpana tulokkaana tähän kenttään on Autodeskin Revit-tietomallinnusohjelmisto. Ohjelman kehityksessä on saavutettu piste, jossa kotimaiset suunnittelutoimistot katsovat ohjelman olevan riittävän kehittynyt otettavaksi mukaan suunnittelun työkalupakkiin. [14, s. 18.]

3.1 AutoCAD

AutoCAD on Autodesk-yhtiön, alun perin vuonna 1982, julkaisema CAD-ohjelmisto (Computer-Aided Design). Ohjelmaa on vuosikymmenten ajan jatkuvasti kehitetty ja sen päälle on rakennettu lukuisia eri lisäosia, jotka hyödyntävät AutoCADin ominaisuuksia. Ohjelma on perusajatukseltaan perinteinen CAD-ohjelma, eli se soveltuu erityisen hyvin vaikkapa koneenosien 3D-suunnitteluun. Talotekniseen tietomallipohjaiseen suunnitteluun ohjelma soveltuu kuitenkin vain tyydyttävästi. Toisaalta, koska ohjelmaa on käytetty suunnittelussa jo pitkään ja totuttu vanhoihin toimintatapoihin, on käyttäjien ehkä vaikea nähdä, miten täysin toiseen ajattelutapaan siirtyminen parantaisi tilannetta.

AutoCADilla talotekniikkaa suunniteltaessa kukin tekniikkalaji mallinnetaan tyypillisesti omiin tiedostoihinsa, joita on yksi kutakin rakennuksen kerrosta kohden. Tämä johtuu etenkin siitä, että yksi tiedosto voi olla muokattavissa vain yhdellä käyttäjällä kerrallaan ja että usein eri suunnittelijat työskentelevät samanaikaisesti eri tekniikkalajien parissa. Lisäksi, tietyn tekniikkalajin mallintaminen yhteen tiedostoon koko rakennuksen osalta olisi vaikeaa, sillä korkotasot objekteille voidaan antaa vain projektin absoluuttisena tasona, eli yleensä poikkeamana merenpinnan tasosta tai kullekin kerrokselle määritetystä nollatasosta. Yhteen tiedostoon mallinnettaessa kerrostasoja on mahdollista määrittää vain yksi. Tästä seuraa se, että kun kymmenkerroksiseen rakennukseen suunnitellaan ilma-, vesi- ja viemäri-, lämmitys- ja jäähdytys-, salaoja-, sprinkleri ja vaikkapa vielä sairaalakaasujärjestelmät, syntyy tiedostoja pelkästään näistä tasokuvista jo 60 kappaletta. Näissä kussakin on vielä lisäksi projektin laajuudesta ja toteutusvaiheesta riippuen useita tulostusnäkyviä, joista kukin kattaa vain osan suunniteltavasta alueesta. Kukaan tulostusnäkyään on lisättävä näkymäkohtainen otsikkotaulu, josta ilmenee, mikä

alue, kerros ja tekniikkalaji yms. on kyseessä. Kuvien tulostaminen asiakkaalle onkin ollut oma merkittävä työvaiheensa, joka voi kestää tunteja tai jopa useita päiviä, riippuen projektin laajuudesta. Kuva 2 havainnollistaa AutoCADin yksittäisen kerroksen taloteknisten järjestelmien 3D-näkymää.



Kuva 2. Kuvakaappaus toimistorakennuksen Revit-mallin yksittäisestä kerroksesta, jossa näkyvillä on vain talotekniset järjestelmät. Kuva havainnollistaa sitä, miltä 3D-näkymä AutoCADin yksittäisessä tiedostossa näyttäisi.

Työnkulku AutoCAD-pohjaisessa tietomallinnuksessa on usein se, että käytössä on samanaikaisesti kaksi ohjelmaa: AutoCAD, jolla suunnittelu tapahtuu, sekä toinen ohjelma, kuten Navisworks, jolla eri tietomallit yhdistetään ja yhdistelmämallia voidaan tarkastella. Kun suunnitelmaan tehdään lisäys tai muutos, ei reaaliaikaisesti nähdä, miten kyseinen muutos sopii yhteen muiden mallien kanssa. Ensin omasta suunnittelumalli täytyy tallentaa katseluohjelman ymmärtämään muotoon ja lopuksi päivittää ko. ohjelman näkymä, jotta muutos saadaan näkyville. Tätä toimenpidettä voi työpäivän aikana joutua toistamaan kymmeniä kertoja, mikä laskee työn tuottavuutta.

AutoCADilla tapahtuva suunnittelu voi myös helposti johtaa esimerkiksi seuraavaan tapahtumaketjuun: Rakennesuunnittelija huomaa, että pystykuiluun pitää lisätä pilari, jonka seurauksena kaikkia kuilussa kulkevia talotekniikan pystylinjoja pitää hieman siirtää. Talotekniikkasuunnittelijoiden pitää avata jokainen tiedosto ja näissä kaikissa erikseen siirtää putket ja kanavat uusille paikoilleen samalla huomioiden, että järjestelmien kerrosten väliset linkit säilyvät ehjinä. Lopuksi muutokset kussakin tiedostossa pitää vielä siirtää malliin.

3.2 Revit

Revit on Autodesk-yhtiön kehittämä laaja tietomallinnusohjelmisto, jota käyttämällä arkkitehti- rakenne-, talotekniikka ja sähkösuunnittelijat voivat suunnitella rakennuksen alusta loppuun. Suomessa Revit ei ole vielä toistaiseksi laajamittaisessa käytössä talotekniikka-alan suunnittelussa, vaikka osa arkkitehtitoimistoista onkin siihen siirtynyt. Selvää kiinnostusta ohjelman käyttöönottoon kuitenkin jo on. Muualla Euroopassa ja Yhdysvalloissa ohjelmiston käyttö on kuitenkin jo laajalle levinnyttä, ja tietomallintamisesta puhuttaessa se usein yhdistetäänkin nimenomaan Revitiin. Osaltaan siirtymistä Revitin käyttöön Suomessa on varmastikin hidastanut AutoCADin kanssa pääsääntöisesti käytössä oleva MagiCAD for AutoCAD, joka on helpottanut suunnittelutyötä siinä määrin, että suunnitteluohjelmiston vaihtamiseen ei ole ollut pakottavaa tarvetta.

Aivan kevein perustein siirtymistä uuteen ohjelmistoon ei oltaisi suunnittelemassa, sillä Revit-lisenssin hinta on noin puolitoistakertainen verrattuna AutoCAD-lisenssiin. Jotta Revitillä voidaan talotekniset järjestelmät mallintaa todellisilla kotimaan markkinoilla löytyvillä tuotteilla, tulee myös sen lisäksi hankkia MagiCAD-lisenssi. Lisäkustannuksia tulee myös, kun suunnittelijat koulutetaan käyttämään uutta ohjelmaa ja ainakin alkuvaiheessa työskentelynopeus on luonnollisesti hitaampaa kuin jo tutulla ohjelmistolla. Revitiin siirtyminen ei myöskään poista tarvetta AutoCADille, sillä vanhoja AutoCADilla toteutettuja projekteja pitää edelleen tukea, kun asiakkaalla ilmenee muutos- tai selvitystarpeita.

3.2.1 Yleistä

Kuten edellä on mainittu, AutoCADissa rakennuksen kunkin taloteknisen järjestelmän kukin kerrostaso sijaitsee omassa tiedostossaan. Revitissä perusajatus on täysin erilainen. Yksittäisten kerrosmallien sijaan samassa tiedostossa voi olla koko rakennuksen talotekninen malli. Kerrostasot ja muut näkymät, kuten leikkaukset, ovat vain näkymiä mallista.

Teknisten järjestelmien lisäksi näkyvissä voi olla myös muita projektitiedostoon linkitettyjä malleja, kuten arkkitehti- ja rakennemallit. Tämä on toinen merkittävä ero AutoCADiin verrattuna. Pelkästään se, että kaikki rakenteet ja tekniset järjestelmät ovat näkyvissä samassa näkymässä, jossa mallia voi myös muokata, nopeuttaa työskentelyä huomattavasti. Esimerkki kolmikerroksisen toimistorakennuksen Revit-mallin 3D-näkymästä

on esitetty kuvassa 3. Jäljempänä kuvassa 4 puolestaan on esitetty 3D Revit -malli samasta rakennuksesta, mutta siinä arkkitehtimalli on piilotettu ja jäljelle jätetty näkyviin vain taloteknisiä järjestelmiä.

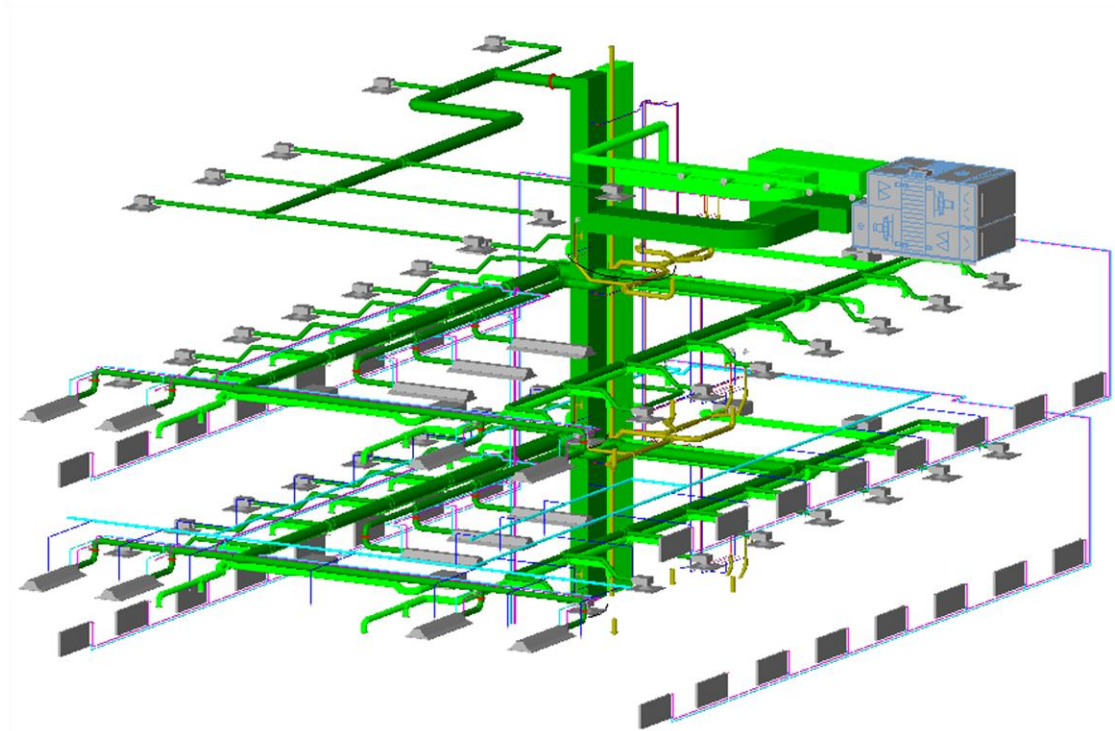


Kuva 3. Kolmikerroksisen toimistorakennuksen 3D-leikkausnäkö Revitissä.

Tästä tarkasteltavien ohjelmien perustavanlaatuisesta erosta johtuen on luvussa 3.1 kuvailtu järjestelmien siirto kuilussa huomattavasti helpompia ja merkittävästi vähemmän aikaa vievä tehtävä, kun yksittäisten kerrosten sijaan voidaan muokata kaikkia tasoja samanaikaisesti. Projektin eri mallit, kuten arkkitehti-, rakenne, ja sähkömallit, saadaan näkymään taloteknisessä mallissa linkittämällä ne joko IFC -muodossa tai Revitin natiivimuodossa.

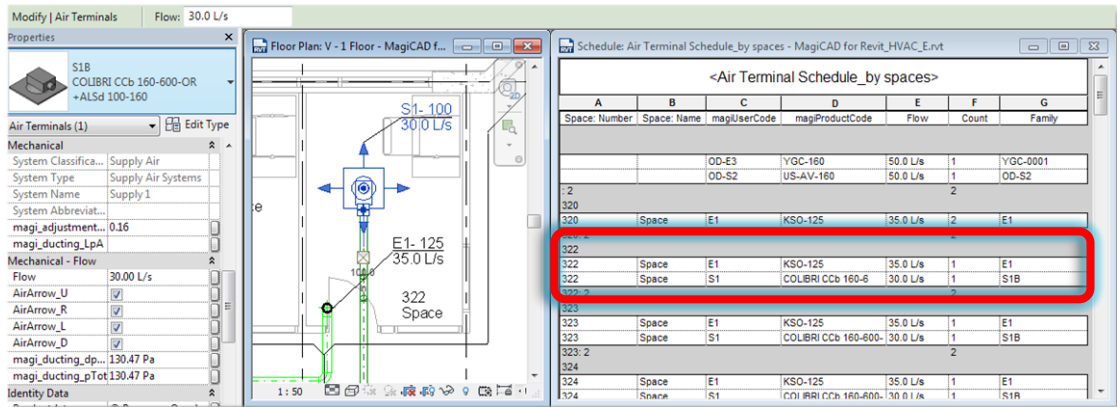
Revitissäkin voi usein olla järkevää jakaa malli useampaan projektitiedostoon etenkin, mikäli kyseessä on erityisen laaja ja monimutkainen hanke. Tällainen voi olla esimerkiksi suuri sairaalaprojekti, jossa erilaisia järjestelmiä ja talotekniikkaa on huomattavan paljon, tai vaihteittain toteutettava hanke, jossa yhtä osaa rakennetaan samalla, kun toisia vasta suunnitellaan. Malli on mahdollista jakaa useilla tavoilla, ja valinta tulee tehdä aina tapauskohtaisesti. Mahdollista on esimerkiksi jakaa projekti lohkoittain, jos kyseessä on matala mutta laaja rakennus. Toinen mahdollisuus on tehdä jako vertikaalisessa suunnassa, jolloin yhdessä projektitiedostossa on alakerrokset ja toisessa tai useammassa ylemmät kerrokset. Lopuksi vielä eri talotekniset järjestelmätkin voivat olla omina projekteina, jolloin vaikkapa ilmanvaihto voisi olla omassa projektitiedostossaan ja vesi- ja

viemärijärjestelmät omassaan. Tässäkin tapauksessa, jossa rakennushanke on jaettu eri tiedostoihin, on koko hankkeen malli samalla kertaa nähtävissä ja muokattavissa.



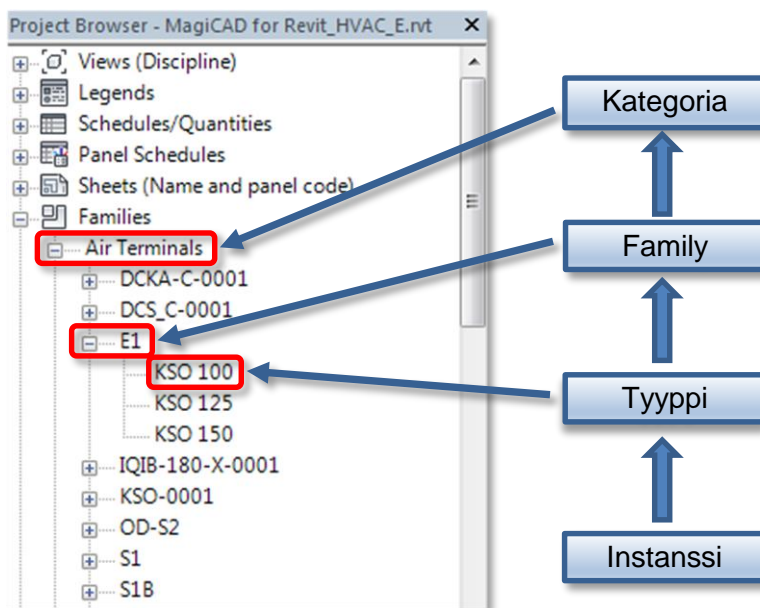
Kuva 4. Toimistorakennuksen talotekninen Revit-malli kokonaisuudessaan, jossa samanaikaisesti on näkyvissä kaikki kerrokset.

Revitin voidaan ajatella olevan yksi suuri tietokantaohjelmisto, jossa jokaisella objektilla voi olla lukuisia eri attribuutteja eli parametreja. Parametrit ovat tietokannan kenttiä, jotka sisältävät mallin elementtien sekä koko projektin informaation. Muutokset objektin parametreihin yhdessä paikassa välittyvät samalla hetkellä koko malliin riippumatta siitä, missä näkymässä muutos tapahtuu. Samalla päivittyvät myös muut parametrit, jotka ovat jollakin tapaa kytkettynä alkuperäiseen parametriin. Tätä on havainnollistettu kuvassa 5. Siinä oikeanpuolimmaisessa paneelissa näkyvässä laiteluettelossa on punaisella ympyröity keskimmaisessä ilmanvaihtonäkymässä näkyvän huoneen päätelaitteet. Mikäli haluttaisiin vaihtaa jommankumman huoneessa olevan päätelaitteen tyyppiä, on se muiden näkymien lisäksi mahdollista vaihtaa myös laiteluettelossa valitsemalla kyseinen laite. Tällöin ilmestyy alavetovalikko, josta laitteen voi vaihtaa mihin tahansa projektitiedostoon aiemmin lisättyyn tyyppiin. Myös päätelaitteiden ilmamääriä on mahdollista muuttaa kaikissa näissä näkymissä.



Kuva 5. Kuvassa on osa Revit-projektin ominaisuus-paneelista, ilmanvaihtonäkymästä sekä projektin ilmanvaihtopäätelaiteluettelo. Punaisella on ympyröity keskimmaisessä ikkunassa näkyvän huoneen IV-päätelaitteet.

Mallintaminen Revitillä perustuu familyihin. Family on tiettyyn kategoriaan kuuluva ryhmä elementtejä, jotka jakavat samat parametrit, käyttötarkoituksen ja graafisen esitystavan. Nämä mahdollistavat Revitissä sen, että malliin sijoitetulla komponentilla on muitakin toiminnallisuutta kun vain visuaalinen esitysmuoto. Kaikki familyt eivät ole välttämättä malliin sijoitettavia objekteja, vaan esimerkiksi laitteiden järjestelmät ovat myös familyja. Kullakin ryhmän elementillä osa tai kaikki familyn parametreista voi vaihdella, ja näitä familyn jäseniä kutsutaan typeiksi. Kutakin malliin asennettua yksittäistä objektia puolestaan nimitetään instanssiksi. Tätä hierarkiaa on selvennetty kuvassa 6.



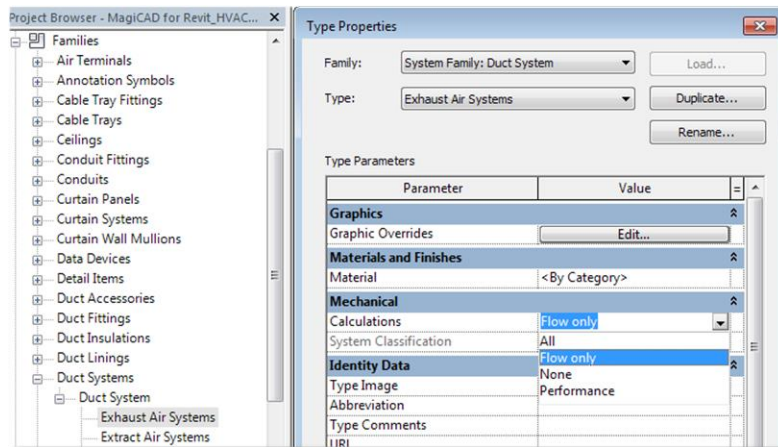
Kuva 6. Kuvassa on esitetty KSO-100 -ilmanvaihtopäätelaitteen familyn sijainti projektiselaimen hierarkiapuussa.

Oleellinen osa Revitillä tapahtuvaa projektityöskentelyä on template-tiedosto, joka toimii pohjana uutta projektia perustettaessa. Templaten tarkoitus on sisältää kaikki keskeiset asetukset, kuten eri objektityyppien viivanpaksuudet ja värit, valmiit 2D- ja 3D-näkymät, putki- ja kanavasarjat sisä- ja ulkohalkaisijoihin, mittaviivatyytit ja virtaavien nesteiden ominaisuudet, vain joitakin tässä mainitaksemme. Myös yleisimmin käytetyt IV-päätelaitteet, venttiilit ja muut tuotteet voi lisätä templateen, mutta tässä kannattaa käyttää harkintaa. Liikaa komponentteja ei kannata template-tiedostoon lisätä, sillä nämä kasvattavat turhaan projektitiedoston kokoa. Yksittäinen family on kooltaan sadoista kilotavuista jopa megatavuokkaan, riippuen tietosisällöstä ja mallinnuksen tarkkuudesta. Progran toimittaa MagiCADin mukana Suomen oloihin räätälöidyn template-tiedoston, josta yrityskohtaisesti voi muokata omiin tarpeisiin sopivan version. Template-tiedoston huolelliseen luomiseen kannattaakin uhrata riittävästi aikaa ja resursseja, jotta projektien alussa voidaan heti keskittyä varsinaiseen työskentelyyn asetusten kuntoon saattamisen sijaan. Tämä antaa yrityksestä myös ammattimaisen kuvan, kun asiakkaille toimitettava materiaali on ulkoasultaan samanlainen projektista toiseen.

Revitissä on lukuisia käytännön suunnittelutyötä helpottavia toimintoja, joita tämän työn puitteissa kuitenkin ei ole tarkoituksenmukaista luetella. Mainittakoon kuitenkin joitakin esimerkkejä.

Revit mahdollistaa esimerkiksi tiettyjen rakennuselementtien tarkkailun linkitettyssä tiedostossa muutosten varalta (monitoring elements). Tiettyä tasoa, seinää tai pylvästä voidaan tarkkailla, ja mikäli linkitettyssä tiedostossa on tapahtunut uuden version käyttöönoton myötä muutoksia, ilmoittaa ohjelma siitä ja ehdottaa koordinaatiotarkastusta suoritettavaksi.

Mallinnettaessa Revitillä ohjelma tekee oletuksena taustalla jatkuvasti virtauslaskentaa, ja lisäksi myös painehäviölaskenta voidaan määrittää jatkuvasti tapahtuvaksi. Tämän ansiosta virtaama putki- tai kanavaosuudella on nähtävissä reaaliaikaisesti, ja mitoitus-toimintojen käyttö on mahdollista ilman erillistä laskentatoimintoa. Jatkuva laskenta taustalla kuitenkin voi hidastaa ohjelmaa etenkin suuria kohteita suunniteltaessa. Laskenta on mahdollista ottaa pois käytöstä (kuva 7), mikäli havaitaan ohjelman hidastumista.



Kuva 7. Kuvassa esitetty jäteilmajärjestelmän ominaisuuksista säädettävät taustalla tapahtuvat laskennat.

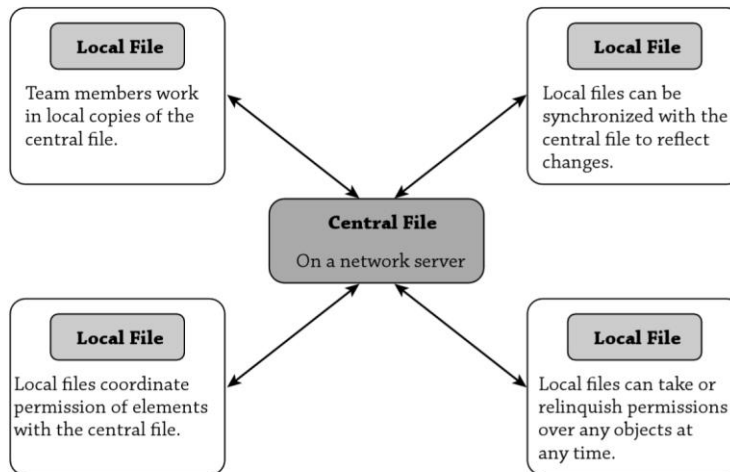
Korkeahkon aloituskynnyksen lisäksi Revitissä on myös joitakin muita huonoja puolia. Aloitettaessa projektia Revitillä on huomioitava, että Revit-mallit eivät ole taaksepäin yhteensopivia, edes linkitettyinä. Ohjelma ei myöskään mahdollista projektitiedoston tallentamista aiemman version ymmärtämään muotoon. Kaikilla projektiosapuolilla tulee siis olla sama versio käytössä, mikäli halutaan linkittää Revit-malleja natiivimuodossaan. Tämä ongelma voidaan toki kiertää linkittämällä mallit IFC-muotoisina, mikä on ollut mahdollista Revit 2015 -versiosta eteenpäin. [15.]

3.2.2 Worksharing-työryhmäominaisuus

Suunniteltaessa rakennuksen talotekniikkaa Revitillä mallinnetaan kaikki eri talotekniset järjestelmät usein samaan projektitiedostoon varsinkin pienemmissä kohteissa. Koska teknisesti ei ole mahdollista, että useampi kuin yksi käyttäjä muokkaa samaa tiedostoa, täytyy olla mekanismi, jolla useat eri käyttäjät voivat samanaikaisesti työskennellä saman projektin parissa.

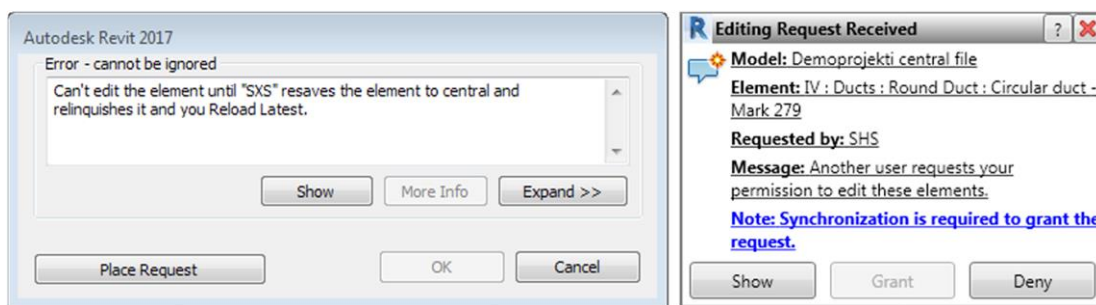
Worksharing on Revitin toiminnallisuus, joka mahdollistaa yhden mallin yhtäaikaisen muokkaamisen usean käyttäjän toimesta. Kun worksharing otetaan käyttöön projektissa,

tulee alkuperäisestä projektitiedostosta keskusmalli. Tästä keskusmallista otetaan paikallisia kopioita kunkin mallin parissa työskentelevän käyttäjän omalle työasemalle. Keskusmallin yhteyttä paikallisiin malleihin selvennetään kuvassa 8.



Kuva 8. Kaavio, jossa selvennetään keskusmallin yhteyttä paikallisiin malleihin [24, s. 164].

Koska useat käyttäjät voivat muokata samaa mallia, on Revitissä mekanismi, jolla estetään objektien samanaikainen muokkaus eri käyttäjien toimesta. Tämä toimii seuraavasti: Muutokset, joita mallin paikalliseen kopioon tehdään, eivät välity reaaliaikaisesti palvelimella sijaitsevaan keskusmalliin, sillä tämä kuormittaisi palvelinta tarpeettomasti. Sen sijaan keskusmallista varataan ainoastaan objektinmuokkausoikeus, mikäli objekti on vapaana. Varaaminen muokattavaksi tapahtuu reaaliaikaisesti automaattisesti taustalla. Varatusta objektista muut käyttäjät näkevät ainoastaan objektin tilan, eli onko se varattuna ja kenen toimesta. Tehdyt muutokset päivittyvät malliin vasta, kun käyttäjä synkronoi paikallisen kopion serverin kanssa. Yritettäessä muokata objektia, jonka toinen käyttäjä on varannut jo itselleen, antaa ohjelma ilmoituksen siitä, kenelle objekti on varattuna ja samalla on mahdollista lähettää pyyntö muokkausoikeuden luovuttamisesta. Tällöin muokkausoikeuden haltijalle ilmestyy ikkuna, josta nähdään, mitä kohdetta pyyntö koskee ja samalla haltija voi hyväksyä tai hylätä pyynnön. (Kuva 9.) Tulee huomioda, että muokkausoikeutta ei voi antaa, ennen kuin paikalliseen malliin tehdyt muutokset on synkronoitu keskusmalliin.



Kuva 9. Yritettäessä muokata varattua objektia Revitissä, ilmestyy vasemmanpuoleinen dialogi, jossa on mahdollista pyytää muokkausoikeutta. Oikeuden haltijalle ilmestyy tällöin oikeanpuoleinen ikkuna, josta ilmenee pyynnön kohde ja mahdollisuus hylätä tai hyväksyä pyyntö.

Kun synkronointi keskusmalliin on tehty, ovat keskus- ja paikallinen malli sisällöltään identtisiä. Paikallisen mallin voi huoletta poistaa vaikkapa työpäivän päätteeksi. Tämä voi olla jopa suositeltavaa, sillä tällöin voi varmistua siitä, että kun projektin parissa taas jatketaan töitä, on käytössä viimeisin versio keskusmallista. Toisaalta, mikäli unohtaa synkronoinnin ennen paikallisen tiedoston poistoa, häviävät muutokset, jotka on tehty edellisen synkronoinnin jälkeen.

Worksharing-toiminnon keskeinen ominaisuus on mahdollisuus luoda worksetejä. Nämä ovat vapaasti määritettäviä kokonaisuuksia mallissa, jotka ovat varattavissa kerralla yksittäiselle käyttäjälle. Kun käyttäjä on varannut itselleen jonkin worksetin, eivät muut voi tehdä muutoksia ko. worksetin objekteihin. Etenkin suuremmissa hankkeissa worksetien käyttö on projektin koordinaation kannalta lähes edellytys. Tyypillisessä projektissa kullekin talotekniikan alalajille määritetään oma workset. Tällöin lista käytettävistä workseteistä voisi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- Ilmanvaihto
- Vesi ja viemäri
- Lämmitys ja jäähdytys
- Sprinkleri
- Sähkö
- Rakennusautomaatio.

On myös paljon muita vaihtoehtoja worksetien jakamiseen. Esimerkiksi yksittäinen rakennuksen kerros voisi olla oma worksetinsä tai jokin osa laajemmasta rakennuksesta.

Objektit jotka kuuluvat jo johonkin worksetiin, eivät ole muokattavissa, mikäli workset on jo varattu muokattavaksi. Jos kukaan ei ole varannut objektin worksetiä, voi kyseistä objektia muokata, vaikka itse ei olisi worksetiä varannutkaan itselle. Esimerkiksi vesijohdosta voi piirtää malliin, vaikka mitään worksetiä ei olisi varattu muokattavaksi. Jokin workset kuitenkin on aina aktiivisena jo ohjelman käynnistyessä, ja tällöin vesijohdon worksetiksi määrittyy aktiivisena oleva. Yhtään worksetiä ei kuitenkaan ole välttämätöntä varata kokonaan itselleen, sillä mallintaminen on mahdollista ilmankin. Tällöin projektin parissa työskentelevien kesken tulee tehtävänjako olla selvillä muulla tavoin.

Worksetien hyödyntäminen ei rajoitu pelkästään suunnittelutyön koordinointiin, vaan niitä voidaan käyttää myös resurssien optimointiin. Otetaan esimerkiksi suuri ja monimutkainen rakennusprojekti, jossa on useampi rakennus. Mikäli tällaisessa projektissa kaikki talotekniikan alat mallinnettisiin samaan keskusmalliin, tulisi mallista suunnittelun edetessä hyvin raskas, kunnes lopulta alettaisiin selvittää keinoja, miten mallia saataisiin kevennettyä. Jälkikäteen tämä voi olla vaikeaa ja siksi on järkevää käyttää jo projektin alussa aikaa ja miettiä, miten projekti kannattaisi jakaa osiin. Edellä kuvatussa projektissa todennäköisesti ensinnäkin kukin talotekniikan ala mallinnettisiin omiin, keskusmalliin linkitettyihin projektitiedostoihin. Lisäksi voitaisiin hyödyntää worksetejä mallin keventämiseksi. Worksetejä voidaan käyttää mallin osien lainaamisen lisäksi resurssien optimointiin, sillä niiden avulla voidaan rajoittaa sitä, mitä osia mallista kulloinkin on näkyvissä. Ladattaessa paikallinen kopio keskusmallista voidaan haluttaessa kullakin latauskerralla määrittää, mitkä worksetit avataan. Niinpä esimerkin usean rakennuksen projektia käynnistettäessä valittaisiin, että halutaan avata vain rakennus A:n worksetit ja jättää rakennusten B ja C worksetit näyttämättä. Lisäksi kunkin rakennuksen talotekniset järjestelmät on mahdollista jakaa vielä kerroksittain omiin workseteihinsä. Näin toimien koko rakennusprojektin talotekniset järjestelmät voidaan pitää samassa keskusprojektitiedostossa ilman suunnittelutyön hidastumista. Projektin jakaminen rakennuksittain siten, että yhdessä projektitiedostossa olisi yhden rakennuksen kaikki talotekniikka, ei käytännössä toimi. Tämä johtuu siitä, että linkitettyjen projektitiedostojen samojenkaan järjestelmien välillä ei voi olla ”älykkäitä” kytkentöjä, ja niinpä verkostolaskelmat koko rakennuskompleksin osalta eivät olisi mahdollisia. [16.]

3.2.3 Revit Server

Kun Revit-projektissa on worksharing-ominaisuus käytössä, synkronointi keskusmallin kanssa käy suhteellisen nopeasti silloin, kun palvelin ja työasema ovat samassa lähiverkossa (Local Area Network = LAN). Jos taas yrityksen toimipisteet ovat maantieteellisesti hajallaan, tavallisesti useiden satojen megatavujen kokoiset projektitiedostot siirtyvät laajaverkon (Wide Area Network = WAN) ylitse yleensä huomattavasti hitaammin. Työskenneltäessä projektin parissa olisi suotavaa, että projektitiimin jäsenet päivittäisivät keskusmallin useita kertoja päivässä, jotta ristiriidoilta ja järjestelmien yhteentörmäyksiltä vältyttäisiin. Työntekijät saattavat kuitenkin laiminlyödä nämä päivitykset, mikäli tietävät, että synkronointia voi joutua odottamaan kovin kauan.

Revit Server on Autodeskin Revitiin kehittämä palvelinohjelmisto, jonka avulla käyttäjän kokema synkronointiprosessi tapahtuu ainoastaan lähiverkossa, vaikka keskusmalli sijaitsisikin toisessa paikassa. Tämä on toteutettu kaksiportaisella palvelinarkkitehtuurilla, jossa yksi tai useampi palvelin on määritetty toimimaan isäntäpalvelimena (host) ja loput palvelimet toimivat kiihdyttäjinä (accelerator). Isäntäpalvelimet sijaitsevat maantieteellisesti lähellä käyttäjiä, tyypillisesti esimerkiksi pääkonttorissa. Kiihdyttäjiä puolestaan on jokaisen toimiston lähiverkossa, jossa työntekijöillä on tarvetta ladata ja päivittää keskusmallia. Kiihdyttäjä hakee päivitettyt mallit isäntäpalvelimelta laajaverkon ylitse itsenäisesti käyttäjän huomaamatta ja tallentaa ne. Kun käyttäjä aloittaa työskentelyn tai haluaa ladata viimeisimmät päivitykset keskusmallista, siirtyy data ainoastaan lähiverkossa kiihdyttäjältä. Tällöinkin kiihdyttäjä vielä tarkistaa isäntä-palvelimelta mahdolliset tuoreet muutokset. Mikäli kiihdyttäjä jostain syystä ei ole saatavilla esimerkiksi vian vuoksi, reititty yhteys automaattisesti tämän ohitse suoraan isäntäpalvelimelle. Kun vika korjaantuu, palautuu yhteys kiihdyttäjään myös automaattisesti. Käyttäjälle Revit-serverin olemassaolo näkyy ainoastaan nopeammasta käyttökokemuksesta. [17.]

Vaikka Revit Serverin levinneisyys maailmalla ja käyttäjämäärät osoittavat sen olevan luotettava ja käyttökelpoinen tuote, vaatii sen käyttöönotto yritykseltä huomattavaa tietoteknistä osaamista. Lisäksi palvelimista ja niiden ylläpidosta aiheutuu kustannuksia. Eri suunnitteluosapuolten väliseen yhteistyöhön Revit Server ei sovellu hyvin, sillä se on suunniteltu toimimaan ainoastaan yrityksen sisäisessä verkossa. Mikäli halutaan, että arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijat päivittävät mallejaan yhteiseen paikkaan, josta ne voidaan suoraan ottaa käyttöön, tulee tähän edelleen käyttää jotain toista menetelmää.

3.2.4 BIM 360 Team

Nykytrendin mukaisesti Autodesk panostaa vahvasti pilvituotteisiin, ja erilaisia rakentamiseen ja tietomallintamiseen liittyviä pilvipalveluita onkin lukuisia. Yhteistä kaikille Autodeskin pilvipalveluille on 360-termin esiintyminen palvelun nimessä.

BIM 360 Team (aiemmin nimellä A360 Team) on pilvipohjainen, suunnitteluryhmän sisäiseen projektikoordinaatioon ja projektitiedostojen tallentamiseen ja jakamiseen tarkoitettu työkalu. Palvelu toimii periaatteessa vastaavasti kuin useat muut tiedostojen tallentamiseen ja jakamiseen keskittyneet palvelut, kuten esimerkiksi Dropbox ja Onedrive, eli sinne voi ladata muiden tiedostojen lisäksi Revit-pohjaiset suunnittelumallit vapaasti luotavaan kansiorakenteeseen ja nämä voi avata työasemalla suoraan Revitistä. Suunnitteluprosessia auttaa tiedostojen versiohistorian säilyttäminen palvelussa. Ladattaessa kansioon tuore versio samannimisestä tiedostosta, säilyy myös vanha versio ja minkä tahansa näistä voi myöhemmin avata tarkasteltavaksi tai muokattavaksi. Mallien tarkastelu onnistuu pilvipalvelun kautta myös verkkoselaimella, joko työasemalla tai mobiililaitteella. Revit-mallien lisäksi BIM360 tukee myös laajaa joukkoa muita tiedostoformaatteja mukaan lukien eri 3D-malli-, toimisto-ohjelmisto- ja videoformaatteja. Leikkausnäkyymiä voi tehdä mallia tarkastellessa helposti ja leikkaustasoa voi liikuttaa. Halutut komponentit voi lisäksi eristää tarkempaa tarkastelua varten. Kaikki edellä mainitut ominaisuudet toimivat myös mobiilikäyttöliittymällä. Ryhmän jäsenet voivat kommentoida suunnitelmia 2D- tai 3D-näkymissä tai vaihtoehtoisesti joko Revitiin integroidulla pikaviestimellä tai BIM 360 Teamin selainkäyttöliittymässä olevalla keskustelupalstalla. Nämä kaksi jälkimmäistä tosin eivät ole yhteydessä toisiinsa, eli Revitin pikaviestimellä käytyjä keskusteluja ei näe pilvipalvelussa.

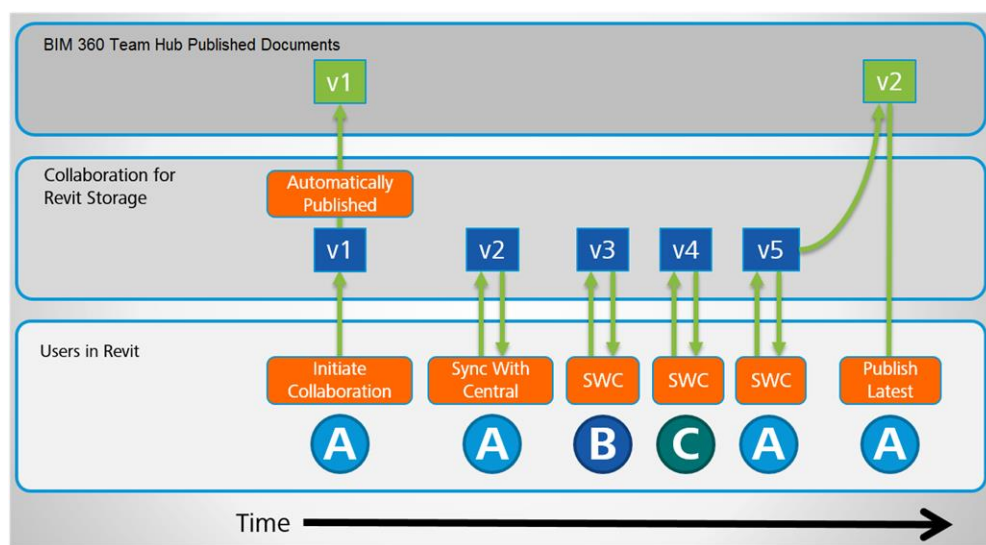
Palveluun ladatut tiedostot voi myös jakaa projektiryhmän ulkopuolisten tahojen kanssa, vaikka nämä itse eivät muutoin BIM 360 Teamia käyttäisikään. Tällöin esimerkiksi tilaaja voi tarkastella työn alla olevaa mallia, ja lisätä mallin 2D- ja 3D-näkymiin omia kommenttejaan.

3.2.5 Collaboration for Revit

BIM 360 Team mahdollistaa tiedostojen jakamisen ja katselun pilvipalvelun kautta, mutta integraatio Revitin kanssa rajoittuu mallin ja sen eri näkymien julkaisemiseen muiden osapuolten nähtäväksi ja kommentoitavaksi. Collaboration for Revit (C4R) rakentuu BIM

360 Teamin päälle mahdollistaen saman Revit-mallin usean käyttäjän yhtäaikaista muokkauksen hieman vastaavasti kuten Revit Server. Mutta koska palvelu on pilvipohjainen, ei käyttäjien kuitenkaan tarvitse olla samassa yrityksen sisäisessä verkossa, vaan mallin parissa voi työskennellä missä tahansa ilman toimintaa hidastavaa VPN-yhteyttä. Myös eri yritysten välinen yhteistyö on tällöin helppoa, sillä C4R-projektiin voidaan kutsua mukaan myös muiden suunnittelualojen edustajat, jolloin kaikki suunnitteli-jaosapuolet voivat ladata omat mallinsa palveluun ja muut saavat ne heti käyttöönsä linkittämällä ne omaan malliinsa suoraan pilvipalvelusta.

Kun Revit-projekti lisätään C4R:iin, julkistetaan siitä automaattisesti ensimmäinen versio myös BIM 360 Teamissa, jolloin myös osapuolet, joilla ei ole käytössä Revitiä, pääsevät tarkastelemaan ja kommentoimaan mallia selainpohjaisessa käyttöliittymässä. Tämän jälkeen mallista voidaan julkistaa uusia versioita aina, kun niin katsotaan tarpeelliseksi. Kuvassa 10 on edellä mainittu esitetty visuaalisessa muodossa. Synkronointi C4R:aan ei siis automaattisesti tuo viimeisimpiä päivityksiä muiden osapuolten nähtäville, vaan suunnittelua voi tehdä rauhassa ilman, että saa palautetta keskeneräisestä työstä.



Kuva 10. Kaaviossa kuvataan Revit-mallin synkronoinnin ja mallin julkistuksen eroa, kun käytössä on Collaborate for Revit [18].

Revit Serveristä poiketen C4R-projektissa projektitiedosto sijaitsee Autodeskin pilvipalvelussa yrityksen omien palvelimien sijaan. Tällöin myös tarve erillisille, yrityksen omille Revit-palvelimille poistuu. Sen sijaan otettaessa C4R käyttöön kullekin työasemalle asennetaan Personal Accelerator for Revit -ohjelmisto, joka toimii vastaavalla periaatteella. Työasemalle haetaan taustalla suoraan pilvipalvelusta muutoksia sitä mukaa kuin

niitä keskusmalliin päivitetään ja käyttäjän halutessa omaan malliinsa viimeisimmät päivitykset ladataan ne suoraan työaseman kovalevyltä. Huomioitavaa tässä on, että pilvestä ei ladata päivittyntä projektitiedostoa missään välissä kokonaan, jos se ei työasemalta ole kadonnut, vaan ainoastaan muuttuneet osat. Tämä nopeuttaa merkittävästi päivitysten hakemista käyttäjälle, verrattuna verkon ylitse tapahtuvaan päivittämiseen. Erillisten Revit-palvelinten puuttuminen vähentää myös yrityksen infrastruktuuri- ja ylläpitokustannuksia.

C4R-palvelussa sijaitsevaan projektitiedostoon voi linkittää myös muita C4R:iin samaan projektiin ladattuja Revit-tiedostoja. Muita kuin Revit-tiedostoja, kuten IFC-malleja, ei C4R:n kautta voi kuitenkaan, ainakaan toistaiseksi, suoraan linkittää. Näiden linkitys täytyy hoitaa yrityksen sisäisen verkon kautta, mikäli ulkopuolisten tahojen ei tarvitse ko. malleja nähdä, tai vaihtoehtoisesti kolmannen osapuolen pilvipalvelun kautta (Dropbox, OneDrive yms.). [19.]

Projektitiedostojen säilyttämisestä toisen yrityksen palvelimilla aiheutuu luonnollisesti pelko siitä, pääseekö tietoon aina käsiksi, jos palvelu kaatuu tai internet-yhteys katkeaa ja miten työskentely voi jatkua tällaisessa tilanteessa. C4R:n tapauksessa tästä ei ole suurta huolta, sillä koneelle ladatun paikallisen kopion parissa voi työskennellä normaalisti ja muutokset voi tallentaa paikalliselle kovalevylle katkoksen aikana. Verkon toiminnan palauduttua muutokset voi synkronoida C4R-palveluun. Huolta pilvipalvelun luotettavuudesta voi hälventää myös tieto siitä, että C4R:iin ladattu tieto ei sijaitse Autodeskin omilla palvelimilla vaan Amazon Web Services -palvelussa, joka on yksi luotettavimmista pilvipalvelinalustoista. [20.]

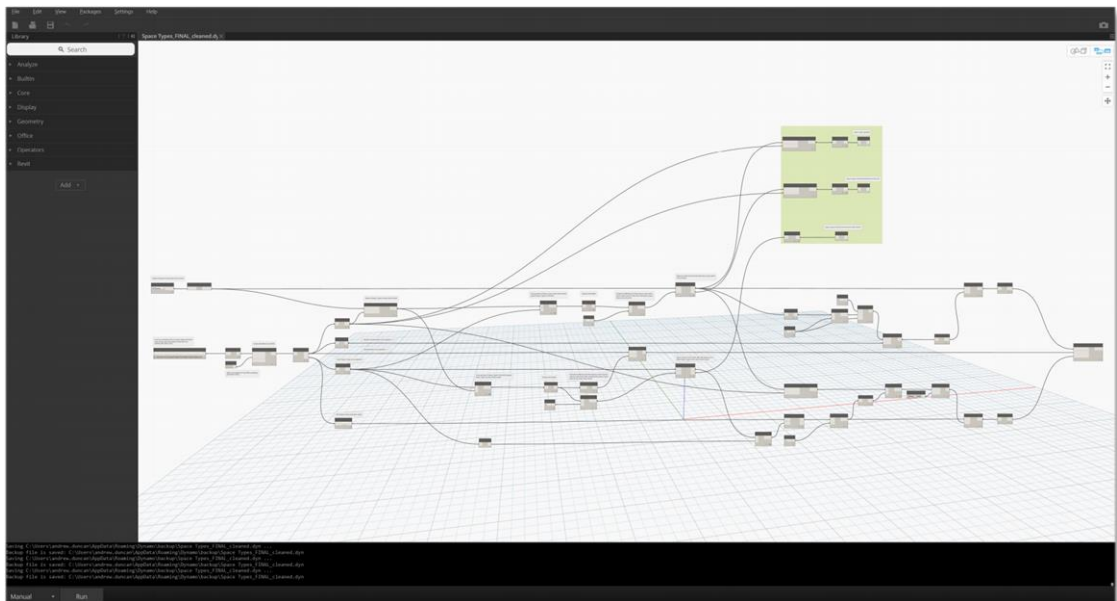
Ainakaan toistaiseksi palvelu ei mahdollista automatisoitua varmuus- tai arkistokopioiden luontia paikallisesti lähi- tai laajaverkossa, vaan paikallinen arkistokopio verkkolevylle täytyy tallentaa manuaalisesti. Palvelu tallentaa kuitenkin jokaisen käyttäjän tekemän synkronoinnin, ja mikä tahansa näistä on mahdollista palauttaa riippumatta siitä, kuinka laaja ja pitkäkestoinen projekti on kyseessä ja kuinka monta henkilöä sen parissa työskentelee.

3.2.6 Dynamo-ohjelmointi

Dynamo on avoimeen lähdekoodiin perustuva, Revitiin sisäänrakennettu graafinen ohjelmointirajapinta, jonka käyttö on tehty mahdollisimman helpoksi. Perusasiat ohjelman

käyttöä varten pystyykin omaksumaan suhteellisen lyhyellä perehtymisellä. Dynamo yhdistetään usein arkkitehtuuriin, koska ohjelma on tunnettu etenkin siitä, että sillä mahdollista luoda monimutkaisia geometrioita parametrisesti, haluttuja algoritmeja ja sääntöjä noudattaen. Talotekniset järjestelmät eivät useinkaan ole toistuvia siinä määrin, että niiden mallintaminen olisi järkevää käyttäen parametrissa ohjelmointia. Taloteknisessä suunnittelussa dynamo voi kuitenkin olla suureksi avuksi muunlaisten toistuvien prosessien automatisoinnissa. [21.]

Dynamo perustuu noodeihin, jotka ovat jonkin toiminnon suorittavia objekteja. Kullakin noodilla on vähintään yksi portti, joka kuvastaa käsiteltävän datan sisääntulopistettä sekä yksi ulostuloportti. Eri noodien välille vedetään yhteyksiä lankojen avulla, ja näin määritellään, missä järjestyksessä eri toiminnot tapahtuvat. Kuva Dynamon käyttöliittymästä ja esimerkkiohjelmasta on esitetty kuvassa 11. Taloteknisessä mallissa objektien sisältämää parametrissa tietoa voidaan Dynamolla käsitellä ja muokata halutulla tavalla. Dynamo käsittelee tietoa listoina. Nämä listat voivat olla peräisin esimerkiksi jonkin tietyn objektikategorian tietyistä parametreista tai, mikä on erityisen hyödyllistä, Excel-tiedostosta.



Kuva 11. Dynamon käyttöliittymä, jossa on näkyvissä useita noodeja ja näiden välisiä yhteyksiä kuvaavia lankoja [21].

Seuraavassa kuvataan esimerkin vuoksi yksinkertainen Dynamolla toteutettavissa oleva ohjelma: Revit-mallissa kullakin tilalla on arkkitehdin toimesta annettu tietty tyyppi, kuten

WC, makuuhuone tai aula. Tieto tilatyypeittäin tarvittavasta ilmamäärästä neliometriä kohden saadaan Excel-tiedostosta. Ohjelma vertaa ristiin, löytyykö kukin Revit-mallissa oleva tilatyyppi Excelissä listatuista tyypeistä ja toisinpäin. Ne tilatyyppit, joita ei esiinny mallissa, poistetaan jatkokäsittelystä. Ohjelma tarkistaa seuraavaksi kaikki mallista löytyvät päätelaitteet ja vertaa niiden geometriatietoja tilojen geometriatietoihin ja näin päättää, mitkä päätelaitteet ovat missäkin tilassa. Mallissa oleville tiloille ja niissä oleville päätelaitteille asetetaan ilmamäärätiedot Excelin ja tilan pinta-alaparametrien tietoihin perustuen. Mikäli esimerkiksi tuloilmapäätelaitteita on tilassa useampia, jaetaan ilmamäärä näiden kesken automaattisesti. [22.]

3.3 MagiCAD for Revit

MagiCAD for Revit on Progman Oy:n kehittämä, talotekniseen suunnitteluun tarkoitettu lisäosa Revitiin. Vaikka Revitissä itsessään onkin monipuoliset mallinnusominaisuudet, puuttuu ohjelmasta perusmuodossaan paljon ominaisuuksia ja toimintoja, joihin Suomessa MagiCAD for AutoCADin käytön myötä on totuttu. Ohjelma helpottaa useiden Revitissä olemassa olevien toimintojen käyttöä sekä tuo mallintamisen ja suunnittelun kannalta tarpeellisia toimintoja, jotka Revitistä puuttuvat. MagiCAD for Revit sisältää osat ilmanvaihdon, putkistojen, kannakointien, sähkö- ja tele- sekä sprinklerijärjestelmien suunnitteluun. Kannakoinnin suunnitteluun tarkoitettu Supports & Hangers on tuorein lisäys ohjelmaan, ja sitä käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa.

Kuten johdannossa jo mainittiin, MagiCADissa on markkinoiden laajin Pohjois-Euroopan markkina-alueen käsittävä LVIS-laitteiden tuotekirjasto, jota kasvatetaan jatkuvasti. Tällä hetkellä kirjasto käsittää yli 1 000 000 tuotetta, joista jokainen sisältää suunnittelun kannalta tarvittavat tekniset tiedot, kuten painehäviöt sekä 3D-geometrian. Progman tarjoaa myös ilmaiseksi ladattavan MagiCreate-ohjelman, jonka avulla voi nopeasti mallintaa tuotteen, jota tietokannasta ei löydy. Edellä mainitun lisäksi ohjelma helpottaa mallintamista automatisoimalla monia piirtotoimintoja ja laitteiden kytkentöjä, suorittamalla verkostojen mitoituksen, painehäviölaskelmat ja tasapainotuksen sekä laskemalla huoneisiin ilmanvaihtopäätelaitteista aiheutuvan kokonaisäänepainetason. Reikävarausten teko ohjelmalla onnistuu joko yksittäin manuaalisesti tai valitulta alueelta automaattisesti.

MagiCADilla on oma Revitin template-tiedoston kaltainen tiedosto, jota kutsutaan data-setiksi. Dataset sisältää MagiCADilla mallinnettaessa käytettäviä tuotteita ja asetuksia,

kuten eristyssarjat ja putkistojen mitoituskriteerit. Tuotteet, jotka on lisätty valmiiksi data-settiin, eivät kasvata Revit-projektitiedoston kokoa, mutta nopeuttavat suunnittelutyötä, kun kaikkia käytettäviä tuotteita ei tarvitse erikseen käydä hakemassa tuotetietokannasta. Datasettiin on mahdollista lisätä myös Revitin familyjä, jotka eivät ole nimenomaan MagiCADia varten suunniteltuja. Tämä mahdollistaa MagiCADin ominaisuuksien käytön näitä tuotteita mallinnettaessa. Yrityskohtaisesti on mahdollista luoda useita datasetejä eri käyttötarkoituksia varten, sillä käytettävät tuotteet, asetukset ja mitoituskriteerit vaihtelevat paljon, jos on kyse asuntorakentamisesta tai teollisuusrakentamisesta.

3.3.1 MagiCADin tuomia etuja mallintamiseen

MagiCAD tuo helppouksia suunnitteluun verrattuna pelkkään Revitiin yksinkertaisesta putken ja kanavan piirtämisestä lähtien. Alla käydään läpi näitä ohjelman tuomia parannuksia. Jokaista MagiCADin toimintoa tässä ei ole tarkoituksenmukaista käydä läpi, vaan luodaan katsaus keskeisimpiin työskentelyä helpottaviin toimintoihin verrattuna ilman MagiCADia tapahtuvaan suunnitteluun.

Normaalisti Revitillä mallinnettaessa vaikkapa vesijohtoa ei voida yleensä tietää, millainen kulmakappale tulee, kun tehdään esimerkiksi korkeudenmuutos putkeen. Mikäli tätä halutaan kontrolloida, tulee ensin tehdä leikkauskuva suunnittelualueelta ja leikkausnäkyssä piirtää kulma halutunlaiseksi. MagiCADin avulla korkeutta muutettaessa kulman voi määrittää 2D-tasonäkymässä itse. Päätelaitetta kytkettäessä ei myöskään tiedetä, millaisella liitoksella ja kulmilla Revit kytkennän suorittaa. MagiCADin kytkentätoimintoa käytettäessä voidaan valita halutut kulmat, joilla kytkentä tehdään.

Piirrettäessä putkea tai kanavaa Revitissä ohjelman omalla toiminnolla, on mahdollista määrittää ainoastaan putken keskikohdan korkeusasema, mikä hankaloittaa etenkin isojen putkien ja kanavien sijoittamista ahtaisiin tiloihin. Lisähaastetta tuo, mikäli putki on vielä eristetty. MagiCAD mahdollistaa myös ylä- tai alapinnan korkeuden määrittämisen, ja tällöin ohjelma ottaa huomioon myös mahdollisen putki- tai kanavaeristeen ja sen tuoman lisäpaksuuden. Putkieristettä ei voi Revitillä määrittää samalla, kun putkea piirretään, vaan se tulee tehdä jälkikäteen. Tällöinkään ohjelma ei osaa automaattisesti määrittää eristeelle oikeaa paksuutta putkikoon mukaan, toisin kuin MagiCAD.

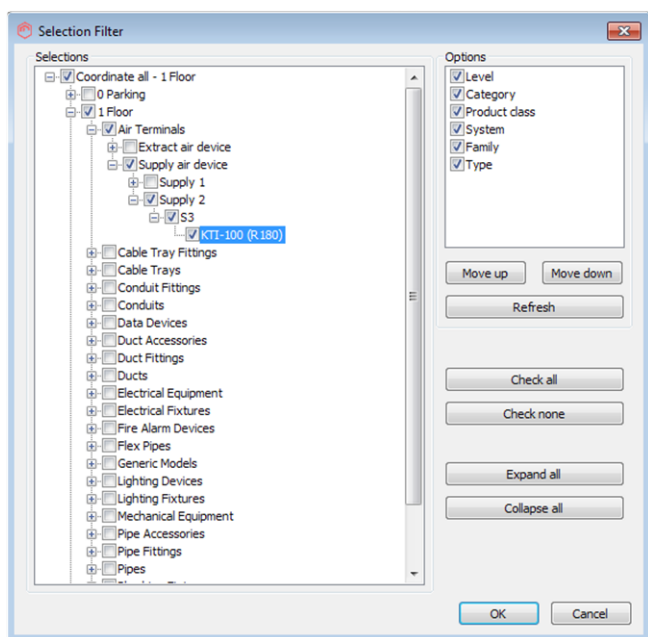
MagiCAD mahdollistaa myös samanaikaisuuskertoimen asettamisen vesipisteille, jolloin esimerkiksi uimahallin suihkuja syöttävät putket voidaan mitoittaa automaattisesti oikein.

Normaaleja mitoitussääntöjä käyttäen ohjelma olettaisi, että vain pieni osa suihkuista on yhtä aikaa käytössä. Uimahallissa kuitenkin lähes kaikki suihkut voivat helposti olla yhtä aikaa käytössä, jolloin vettä ei riittäisi tarpeeksi liian pienellä mitoituksella.

Keskeinen osa taloteknisten järjestelmien toimivuutta suunnitellulla tavalla on verkostojen tasapainotus. Revit osaa kyllä laskea verkostojen virtaamat ja painehäviöt eri osuukilla, mutta järjestelmien tasapainotus ei ole mahdollista. Venttiilien ja säätöpeltien esisäätoarvot tulee siis laskea muulla tavalla. Koska MagiCADilla suunnittelu tapahtuu todellisilla tuotteilla, joiden ominaisuudet on mallinnettu tarkasti, eli mm. painehäviöt eri virtaamilla tunnetaan, on ohjelmaan rakennettu tasapainotustoiminto. Tämän avulla saadaan suoraan säätölaitteiden esisäätoarvot, jotka voidaan esittää suunnitelmissa.

Revitillä IV-kanavasta haarauduttaessa lähtökauluksella ei runko automaattisesti haaraudu osiin. Tästä johtuen mitoitustoiminto ei laske ilmavirtoja ja kanavakokoja oikein, mikäli samalla putkiosuudella on useampia lähtökauluksella lähteviä haaroja. Näiden väliin täytyy manuaalisesti lisätä MagiCADin komponenteista löytyvä liitoskappale, jonka jälkeen mitoitus on mahdollista tehdä.

MagiCAD helpottaa myös haluttaessa valita mallista tiettyjä järjestelmäosia. Kun pohjakuvista valitaan joukko komponentteja, voidaan Revitillä suodattaa valinnasta suodattaa esimerkiksi kaikki ilmanvaihdon päätelaitteet. Ei voida kuitenkaan valita pelkästään tuuloilmapäätelaitteita tai tiettyyn järjestelmään kuuluvia laitteita. MagiCADin suodatustoiminnolla tämä on mahdollista. Näkymä MagiCADin suodatustoiminnosta on esitetty kuvassa 13.



Kuva 12. Näkymä MagiCADin valintasuodatustyökalusta, jossa on valittuna kaikki 1. kerroksen tuloilmajärjestelmä 2:n KTI-100 -päätelaitteet.

Haluttaessa vaihtaa jokin, jo malliin sijoitettu, komponentti toiseen, voidaan käyttää MagiCADin etsi ja korvaa -toimintoa. Tämän avulla esimerkiksi ilmanvaihtopäätelaitteelle jo asetettu virtaama siirtyy uudelle laitteelle. Revitin sisäänrakennettua vastaavaa toimintoa käyttämällä ilmamäärä täytyy asettaa uudelleen. Revit ei myöskään voi vaihtaa tuotetta muihin kuin projektiin jo tuotuihin. MagiCAD voi vaihtaa komponentin kaikkiin datasetistä jo löytyviin vaihtoehtoihin. Ohjelma antaa varoituksen, mikäli säätövara kytkentäjohtoon tai -kanavan osalta loppuu eikä komponenttia tästä johtuen ole mahdollista sijoittaa samalle paikalle.

Crossing-toiminto mahdollistaa helpon ylitysten tai alitusten tekemisen risteäviin putkiin tai kanaviin. Revitin omaa putkipiirtotoimintoa käyttäen putkien korkomuutokset risteilyjen estämiseksi täytyy tehdä leikkausnäkyssä, kun taas MagiCADilla voidaan vain valita yksi tai useampi putki yhtäaikaaisesti, määrittää, mikä objekti halutaan ylittää tai alittaa ja millä kulmalla korkeuden muutos tapahtuu.

Taloteknisessä suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota järjestelmistä, etenkin IV-järjestelmistä, tiloihin kantautuviin äänitasoihin. Vaatimukset ovat erityisen tiukat koskien asuinhuoneistojen makuuhuoneita ja muita majoitustiloja. Onkin hyödyllistä, että MagiCADilla pystytään helposti laskemaan yksittäisten päätelaitteiden tuottaman äänenpai-

netason lisäksi kaikista tilassa olevista päätelaitteista aiheutuva suurin kokonaisäänitaso. Tämä on merkittävä parannus MagiCAD for AutoCADin äänilaskentaan, joka kykenee ilmoittamaan ainoastaan kunkin päätelaitteen aiheuttaman äänenpainetason. Mahdolliseksi huonetilan kokonaisäänienpainetason laskemisen tekee se, että Revitissä kunkin tilan geometriatieto on tarkasti määritelty mallin ominaisuuksiin ja ohjelma tietää, missä kohtaa tilaa kukin päätelaite on. Laskenta perustuu ilmanvaihtokoneen tunnettuun lähtöäänitasoon. Laskennassa huomioidaan eri kanavistokomponenteissa aiheutuva vaimentuminen sekä itse huoneen aikaansaama vaimentuminen perustuen joko jälkikaiunta-aikaan tai vaimennuskertoimeen. Äänitason muodostumiseen vaikuttaa myös päätelaitteen sijoitus tilassa, eli se kuinka monta heijastavaa pintaa äänilähteen ympärillä on. MagiCAD huomioi myös tämän.

MagiCADissa on myös helppo viedä haluttuja parametreja Excel-tiedostoon, jossa niitä voidaan muokata. Muokkauksen jälkeen Excel-tiedoston data voidaan tuoda takaisin Revitiin. Tuotaessa parametreja takaisin Revitiin avautuu ikkuna, josta nähdään, mitä muutoksia on tehty ja muutokset voidaan hyväksyä tai hylätä.

Reikävaraukset MagiCADilla on mahdollista tehdä automaattisesti halutuille objekteille kun arkkitehtimallina on natiivimuotoinen 3D-malli. Lisäksi kullekin objektityypille, kuten esimerkiksi tietylle palopellille, on erikseen mahdollista määrittää etäisyys, joka jää objektin ulkoreunan ja reikävarauksen väliin. Rakennesuunnittelijan on mahdollista suoraan talotekniikkasuunnittelijan toimittamasta Revit-mallista siirtää reikävaraukset rakennemalliin varsinaisiksi rei'iksi linkittämällä reikävaraukset sisältävä talotekniikkamalli rakennemalliin ja Revitiin ladattavaa lisäosaa käyttäen luoda reiät rakennemalliin hyväksymällä kukin varaus.

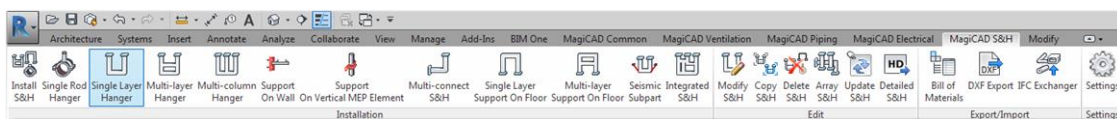
3.3.2 MagiCAD Supports & Hangers

Teollisuusrakentamisessa putkistojen ja kanavien kannakkeet ja muut kiinnitystarvikkeet on huomioitu suunnitteluvaiheessa jo pitkään. Talonrakennushankkeissa kannakoinnin suunnittelua ei Suomessa kuitenkaan ole toistaiseksi sisällytetty suunnittelutoimeksiantoon. Kannakoinnista ei ole mainintaa taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelossa (TATE12), joka määrittää talonrakennusta koskevien taloteknisten suunnittelutehtävien sisällön. YTV 2012:ssa puolestaan todetaan, että kiinnitystarvikkeiden mallinnusta ei edellytetä, mutta 2D-leikkauksissa esitetään verkostojen sijainti ja niihin liittyvä kannak-

kointi varmistuen siitä, että verkostot ovat asennettavissa sekä huollettavissa. Kannakkeiden viemä tila ei kuitenkaan ole merkityksetön, ja yksittäisissä leikkauksissa eivät välttämättä tule esille mahdolliset ongelmakohdat. Kannakoinnin suunnittelu onkin jäänyt urakoitsijan tehtäväksi. [3, s. 16.]

Kannakoinnin suunnitteluun tulisi kuitenkin kiinnittää riittävästi huomiota, sillä väärin toteutettuna kannakointi voi merkittävästi lisätä putkistosta aiheutuvaa melua tai aiheuttaa putkien syöpymistä, jos on käytetty vääränlaisia kannakkeita. Pahimmassa tapauksessa huonosti toteutetun kannakoinnin pettämisestä voi aiheutua henkilövahinkoja. Kannakkeiden aiheuttaman tilanahtauden vuoksi työmaalla voidaan joutua asentamaan järjestelmät suunnitelmista poiketen, millä voi olla epäsuotuisia vaikutuksia järjestelmien toimintaan. Kun suunnitellaan kannakointi muun suunnittelutyön yhteydessä, havaitaan jo tässä vaiheessa tilanteet, missä kannakointi ei ole järkevästi toteutettavissa ja voidaan tehdä tarvittavat muutokset suunnitelmiin. Kannakoinnissa tulee myös huomioida palonkestovaatimukset, mikäli on kyse sprinkleriputkista tai paloneristetyistä putkista ja kanavista. Käytettävien kannakkeiden tulee olla vähintään samaa paloteknistä luokkaa kuin kannakoitava järjestelmä. [23.]

Progman Oy julkaisi vuonna 2016 MagiCAD for Revitiin Supports & Hangers -sovelluksen, joka mahdollistaa helpon ja tehokkaan kannakointijärjestelmien suunnittelun kanaville, putkille ja kaapelihyllyille. Tällä ohjelmalla on mahdollista suunnitella kannakkeet käyttäen joko valmistajakohtaisia tai geneerisiä kannakkeita. Supports & Hangersin työkaluvalikko on esitetty kuvassa 12. Sovellus on älykäs siten, että se osaa tunnistaa ympäröivät rakenneobjektit automaattisesti ja sijoittaa niihin kiinnityspisteet oikein. Tämä ohjelman ominaisuus lienee keskeisin syy siihen, miksi Supports & Hangers ei ole saatavilla AutoCADille. Siinä ohjelma ei kykene vastaavalla tavalla tunnistamaan kiinnityspisteitä.



Kuva 13. MagiCAD Supports & Hangers -ohjelman työkaluvalikko.

Kun putket ja kanavat määritetään liitettäväksi osaksi kannaketta, pystyy ohjelma automaattisesti laskemaan tarvittavat mitat kannakkeelle. Myöhemmin, jos kannakkeeseen liitettyjä osia siirretään tai niiden koko muuttuu, määrittää MagiCAD uudelleen tarvittavat

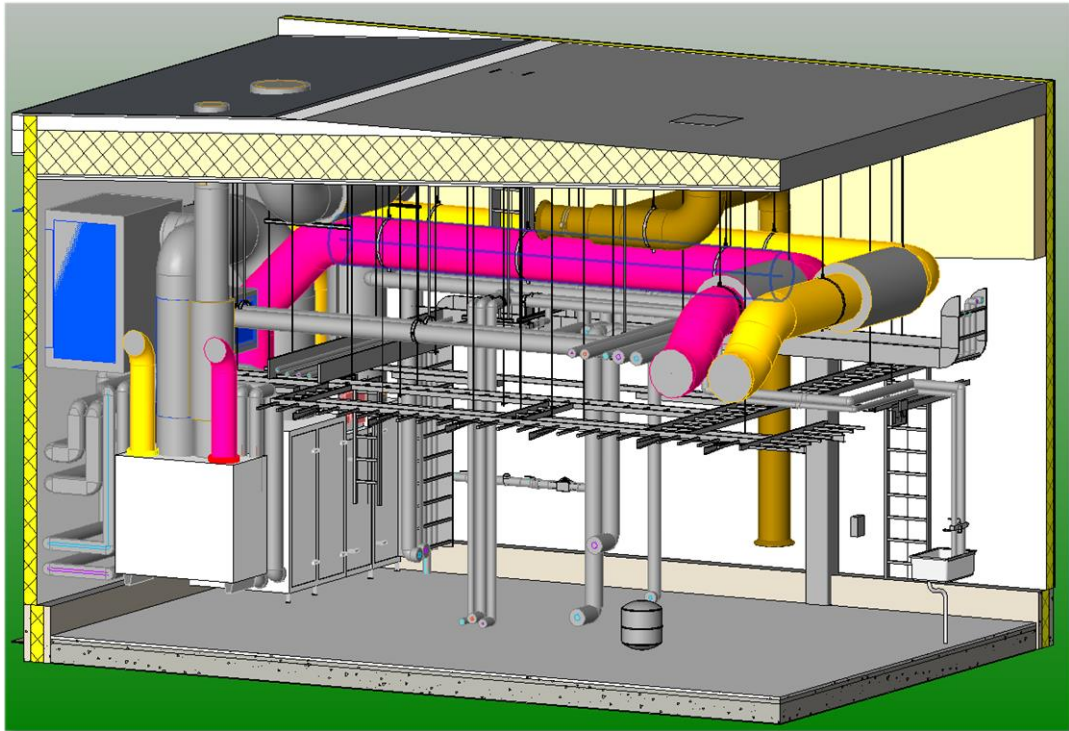
kannakkeiden mitat ja tekee muutokset automaattisesti. Myös kannakkeiden osien manuaalinen muokkaus on mahdollista, eli esimerkiksi kierretangon paksuutta ja eri osien mittoja voidaan muuttaa (kuva 15 jäljempänä). Suunniteltaessa useita tukipisteitä käytäviä kannakkeita, ne voidaan tarvittaessa liittää useampaan eri rakenneobjektiin ja yhdistettävät kannaketyypit voivat käyttää toisiaan tukipisteinä osittain tai kokonaan. Suurin hyöty sovelluksesta saadaan, kun suunnitellaan yhteiskannakointia, joissa eri LVIS-järjestelmillä on yhteinen kannatuskisko.

Suunnitteluvaiheessa kannakkeista näytetään normaalisti ainoastaan karkea versio ilman ylimääräisiä yksityiskohtia. Supports & Hangers mahdollistaa myös kannakkeiden esittämisen suuremmalla tarkkuustasolla. Haluttaessa yksityiskohtaisempia malleja, esimerkiksi projektia luovutettaessa tai havainnekuvia varten, voidaan tarkkuustasoa muuttaa jälkikäteen. Tämä tapahtuu käytännössä siten, että ohjelma luo olemassa olevista kannakkeista uuden projektitiedoston tarkemmilla versioilla kannakkeista. Tämä projektitiedosto voidaan sitten Revitissä linkittää muuhun suunnittelumalliin. Tarkempien kannakemallien käyttö hidastaa mallin toimintaa 3D-näkymässä, joten suunnitteluvaiheessa työaseman resursseja kannattaa säästää pitämällä perustason tarkkuus käytössä.

4 Mallintaminen MagiCAD Supports & Hangers -sovelluksella

Koska opinnäytetyön aikaan ei työn tilanneella yrityksellä ollut käynnissä Revitillä toteutettavaa projektia, mallinnettiin MagiCAD Supports & Hangers (S&H) -sovelluksella kannakkeet liikekiinteistön talotekniseen tilaan, johon oli Revitillä jo aiemmin suunniteltu ja mallinnettu talotekniikka.

Rakennuksen talotekninen tila on suorakulmainen, pinta-alaltaan 49 m², ja tilassa on kaksi IV-konetta sekä muita lämmitykseen, jäähdytykseen ja sähköjärjestelmiin liittyviä laitteita. Yleiskuva tilasta, johon on myös mallinnettu kannakkeet, on esitetty kuvassa 14. Kuvasta on selkeyden vuoksi piilotettu isot lämmitys-, jäähdytys- ja sähköjärjestelmiin liittyvät massaobjektit.



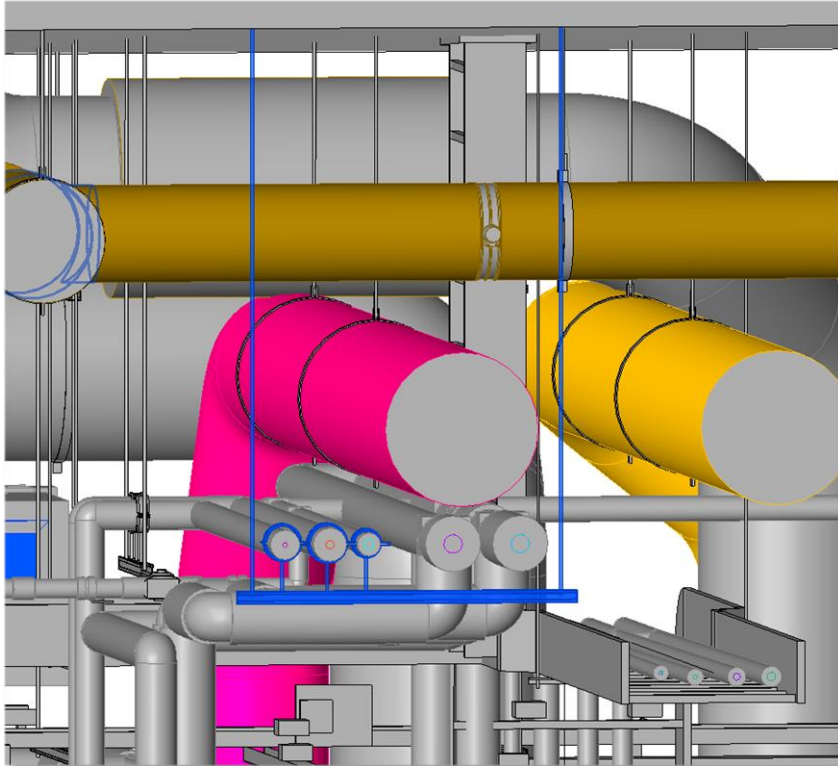
Kuva 14. 3D-leikkausnäkökulma liikekiinteistön taloteknisestä tilasta. Selkeyden vuoksi mallista on piilotettu isokokoisia taloteknisiä laitteita kuvaavia massaobjekteja.

Kuvassa 15 on esitetty S&H-sovelluksen näkymä, jossa valitaan haluttu kannaketyyppi sekä voidaan määrittää kannakkeen mitat ja muut mahdolliset parametrit.



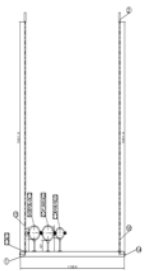
Kuva 15. MagiCAD Supports & Hangers -sovelluksen kannakkeenvalintanäkymä, jossa voidaan valita haluttu kannaketyyppi sekä muokata kannakkeen eri osien mittoja.

Kuvassa 16 on etualalla sinisellä merkitty tilaan mallinnettu valmistajakohtaisen yhteiskannakointijärjestelmän kannake, johon on liitetty kolme vesijohtoa. Supports & Hangers tunnistaa automaattisesti kattorakenteen, johon kannakkeen voi kiinnittää, ja määrittää kierretankojen pituudet automaattisesti sopiviksi. Muita kannakkeen tiellä olevia objekteja sovellus ei kuitenkaan tunnista. Kuvan kannakkeen toisen sivun pituutta onkin manuaalisesti muutettu siten, että ohitetaan vieressä kulkevat lämpöjohdot ja ilmastointikanava ja kierretangolle saadaan näin esteetön suora linja kattoon saakka.



Kuva 16. Valmistajakohtainen yhteiskannakointijärjestelmällä toteutettu kannake, johon on liitetty kolme vesijohtoa.

Määräluettelo S&H-sovelluksella syntyy myös automaattisesti ja tarkasti, sillä mallit ovat parametrisia sisältäen tiedon kannakkeen asentamiseksi tarvittavista komponenteista aluslevyn tarkkuudella. Määräluettelon sisältö on myös vapaasti muokattavissa. Esimerkki kuvassa 16 esitetyn kannakkeen määräluettelosta Exceliin vietyinä on esitetty kuvassa 17.

No.	Figure	ID	Part Name	Part Spec	Number	Unit	Part Length(mm)	Number of SH	Total	System
2		1	Install channel	MQ-41 3m	1	piece	1108,9		1,109	
		2	Flush anchor	M10	2	piece			2	
		3	Comfort pipe ring 1	MPN-RC 101	1	piece			1	
		4	Comfort pipe ring 2	MPN-RC 110	1	piece			1	
		5	Comfort pipe ring 3	MPN-RC 2 1/2"	1	piece			1	
		6	Pipe ring saddle 1	MQA-M10	1	piece			1	
		7	Pipe ring saddle 2	MQA-M10	1	piece			1	
		8	Pipe ring saddle 3	MQA-M10	4	piece			4	
		9	Threaded rod 1	M10	1	piece	103,5		0,104	
		10	Threaded rod 2	M10	1	piece	97,0		0,097	
		11	Threaded rod 3	M10	1	piece	113,5		0,114	
		12	Hexagon nut	M10	1	piece			1	
		13	Flat washer	A 10,5/28 zined	1	piece			1	
		14	Channel end cap	MQZ-E41	1	piece			1	
		15	Threaded rod 4	M10	1	piece	1951,5		1,952	
		16	Threaded rod 5	M10	1	piece	1951,5		1,952	
		17	Hexagon nut 1	M10	1	piece			1	
		18	Hexagon nut 2	M10	1	piece			1	
		19	Hexagon nut 3	M10	1	piece			1	

Kuva 17. Kuvassa 16 esitetyn MagiCAD Supports & Hangers -kannakkeen määräluettelo Excelliin vietyinä.

Kannakkeiden mallintaminen sovelluksella todettiin lyhyen perehtymisen jälkeen varsin sujuvaksi ja suhteellisen nopeaksi siitä huolimatta, että tekninen tila IV-koneineen, putkineen ja risteilevine sähköarinoineen onkin rakennuksen tekniikkatiheintä aluetta. Yksinkertaisempiin tiloihin, kuten käytäville, mallinnus kävisi tätäkin nopeammin, kun päällekkäistä ja risteilevää tekniikka on vähemmän ja voitaisiin hyödyntää mm. Supports & Hangersin array-komentoa, jonka avulla suoralle tekniikkaosalle valittu kannaketyyppi on mahdollista lisätä automaattisesti annetuin etäisyyksin.

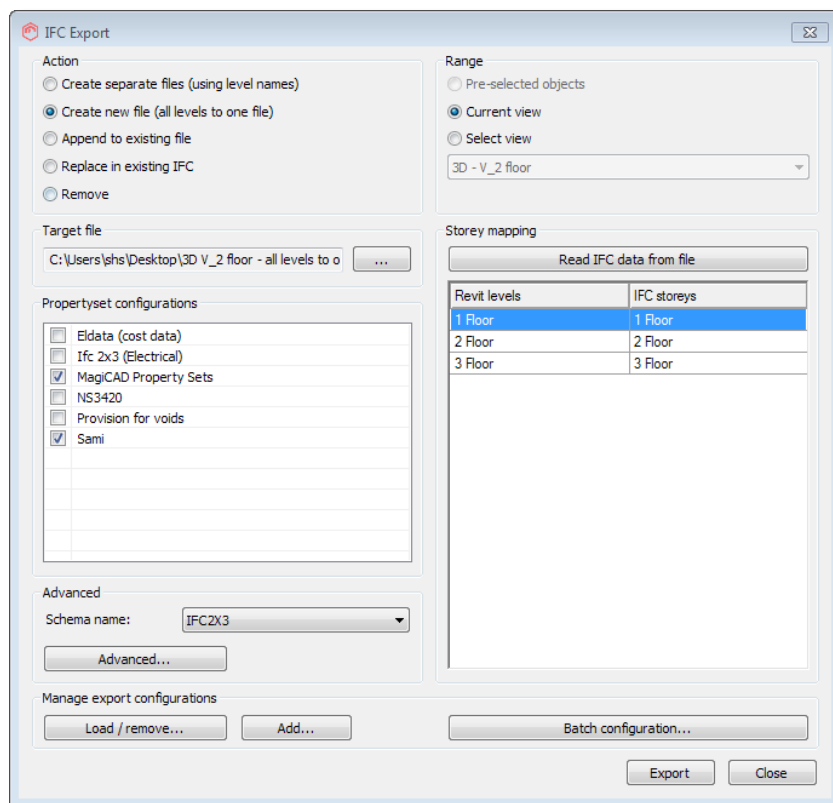
5 Magicad for Revit ja Yleiset tietomallivaatimukset

Työssä käytiin läpi Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osien 1, 4, 7 ja 9 osalta ja selvitetiin, onko YTV nykymuodossaan soveltuva Revit-pohjaiseen rakentamisen tietomallinnukseen. YTV 2012 osa 1 on julkaisun yleinen osuus, osa 4 käsittelee taloteknistä suunnittelua, osa 7 määrälaskentaa ja osa 9 mallien käyttöä talotekniikan analyyseissä.

YTV 2012 perustuu pääasiassa kerrosmallipohjaiseen suunnitteluun, vaikka useassa kohdassa on sivulauseessa huomioitu myös muilla periaatteilla toimivat ohjelmistot. Yleisvaatimuksena dokumentissa mainitaan, että kaikkien suunnittelualojen on mallinnettava rakennukset kerroksittain. Lisäksi edellytetään talotekniikan mallien jakamista järjestelmäkohtaisesti kerroksittain, vaikka arkkitehti- ja rakennemallit voidaankin luovuttaa rakennuskohtaisesti. Edellytys kerroksiin jakamisesta perustuu analyyseihin, joita mallien avulla laaditaan, sillä nämä tehdään usein kerroksittain. Myös urakoitsijat, käyt-

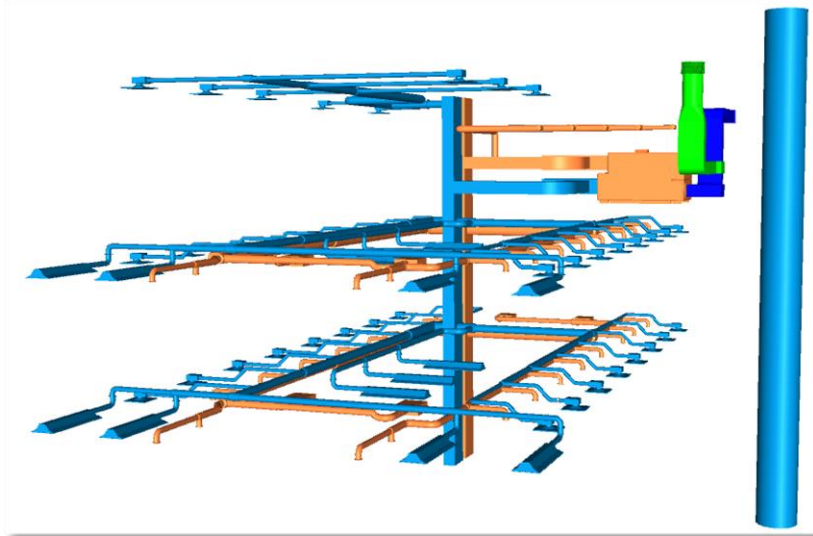
täjät ja tilaaja käsittelevät suunnitelmia pääasiassa kerroksittain ja nykyään vielä paperipiirustuksina. Koska suunnittelumallit yleensä toimitetaan muille projektiosapuolille IFC-muotoisina, on tärkeää, että näiden tiedostojen luominen suunnittelumallista sujuu ongelmitta. [9, s. 9.]

Edellisessä luvussa mainittua talotekniikan mallien jakamista järjestelmäkohtaisesti kerroksittain ei ole mahdollista toteuttaa Revitin omaa IFC-export-toimintoa käyttäen. Vietäessä suunnittelumalli IFC-muotoon ei mallia ole mahdollista rajata järjestelmittain tai edes kerroksittain, vaan koko projekti viedään IFC-tiedostoon kokonaisuudessaan. MagiCAD tuo IFC-vientiin runsaasti parannuksia ja mahdollistaa muun muassa mallin jakamisen kerroksittain omiin tiedostoihinsa. Toiminnon avulla IFC:t luodaan Revitin näkymien perusteella, eli IFC-mallin sisältö voidaan vapaasti valita. Suositeltavaa olisikin luoda projektikohtaisesti omat näkymät pelkästään IFC:ien luonnin tarpeisiin, jolloin voidaan tarkkaan kontrolloida, mitä kussakin IFC:ssa esitetään. Kullakin järjestelmällä voi olla kerroksittain omat näkymänsä ja lisäksi esimerkiksi näkymä, jossa koko rakennuksen kaikki talotekniset järjestelmät näkyvät samanaikaisesti. Kuvakaappaus MagiCADin IFC-export-toiminnosta on esitetty kuvassa 18.

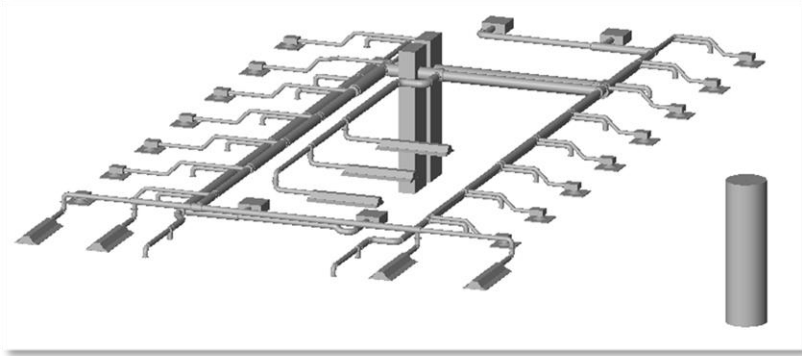


Kuva 18. Kuvakaappaus MagiCADin IFC-export-toiminnosta.

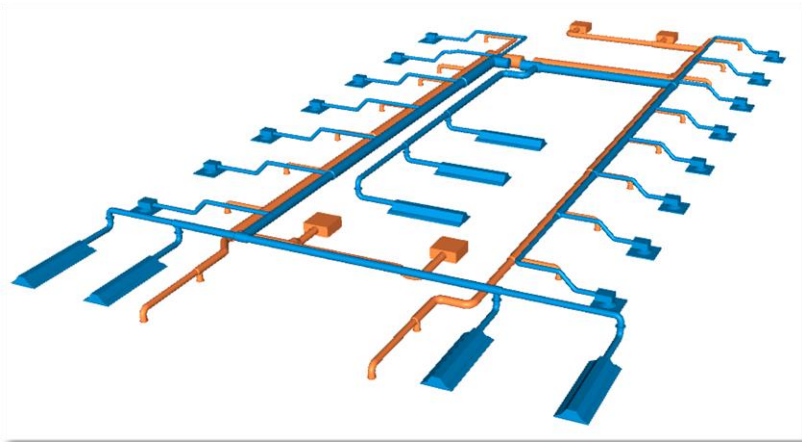
Myös MagiCADin IFC-vientitoiminnossa on kuitenkin vielä parannettavaa, sillä ohjelma ei osaa jakaa pystynousuja osiin kerroksittain. YTV:n vaatimus järjestelmien jakamisesta kerroksittain ei siis täysin toteudu. Tätä ongelmaa on havainnollistettu kuvissa 19–22, joissa kolmikerroksisen toimistorakennuksen mallista on eristetty näkyville ainoastaan rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmät. Kuvassa 19 nähdään Revitistä MagiCADin IFC-export-toiminnolla luotu malli koko rakennuksen laajuudelta, joka on avattu Navisworks-sovelluksessa. Havainnollisuuden vuoksi on lisäksi mallinnettu oikeassa laidassa 1. kerroksesta 3. kerroksen yläpuolelle ulottuva kanava, jota ei ole kytketty mihinkään. Kuvassa 20 puolestaan on kuvakaappaus suoraan Revitistä rakennuksen 2. kerroksen ilmanvaihtojärjestelmistä. Kuvassa nähdään, että ilmanvaihdon pystynousut leikkautuvat kerrokselle määritettyjen ala- ja ylätasojen kohdalta. Kuvassa 21 on MagiCADin IFC-exportin ”create separate files” -valinnalla luotu IFC-malli. Tällä valinnalla voidaan näkyvän osat jakaa omiin IFC-tiedostoihinsa, mikäli näkymässä on objekteja useamman kerroksen alueella. Lopuksi kuvassa 22 on käytetty valintaa ”create new file”, joka tekee yhden IFC-tiedoston näkymässä olevista objekteista.



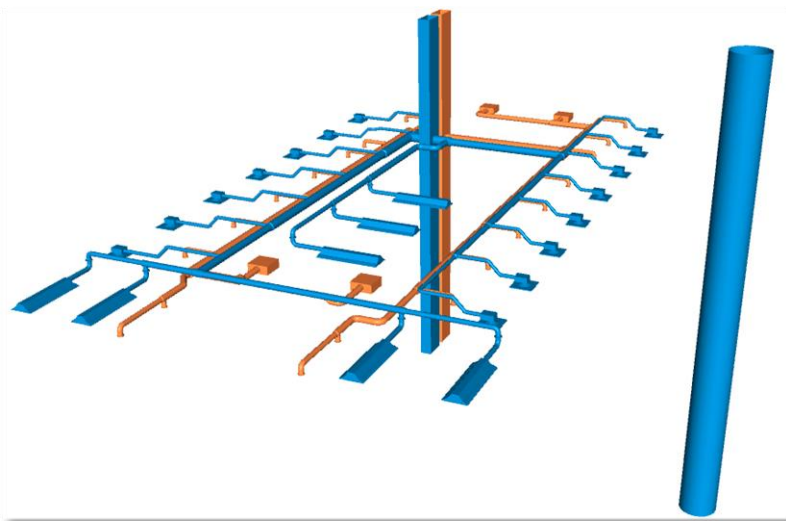
Kuva 19. Kolmikerroksisen toimistorakennuksen mallista eristetyt ilmanvaihtojärjestelmät. Kuvassa oikeaan laitaan on havainnollisuuden vuoksi lisätty IV-pystynousu, joka ei liity rakennukseen.



Kuva 20. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmät rajattuna Revitin näkymään, jossa näkyvissä on ainoastaan 2. kerros.

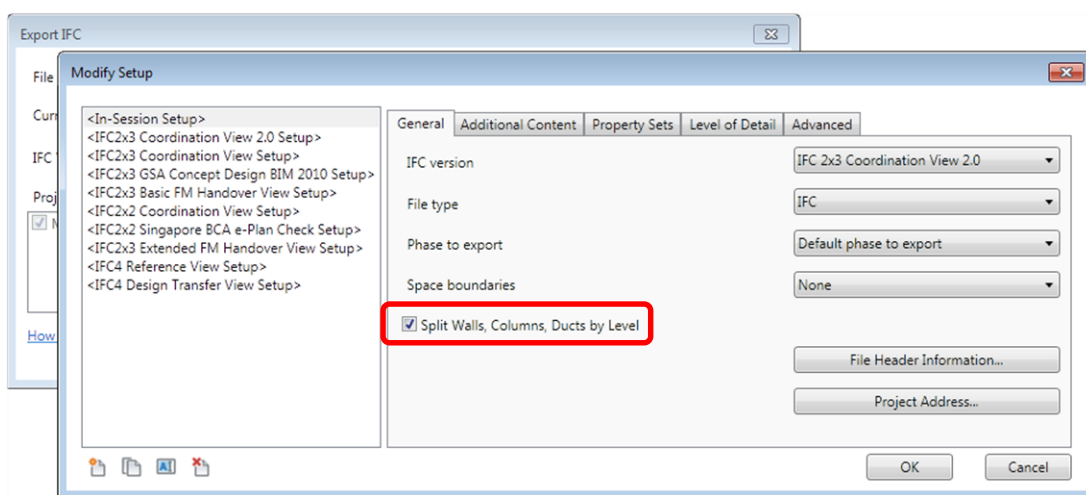


Kuva 21. MagiCADilla luotu IFC-malli 2. kerroksen ilmanvaihtojärjestelmistä käyttäen "create separate files" -valintaa.



Kuva 22. Sama kerros luotuna käyttäen valintaa "create new file".

Kumpikaan edellä mainituista valinnoista ei tuota IFC-tiedostoa, joka näyttäisi halutunlaiselta, eli kuvaa 20 vastaavaa, jossa pystynousut näkyisivät vain kerroksen 2. alueelta. Create separate files -valinnassa pystynousuja ei näy lainkaan, sillä objektit liitetään siihen kerroskohtaiseen IFC-tiedostoon, joka objektilla on määritetty perustasoksi (reference level). Create new file valinta puolestaan lisää samaan tiedostoon nousut koko matkalta, sillä ainakin osa niistä oli näkyvissä siinä näkymässä, josta IFC luotiin. Kyseisen ongelman ei pitäisi olla ylitsepääsemätön, sillä Revitin omassa IFC-export-toiminnossa on valinta, jolla kanavat pilkotaan osiin kerroksittain (kuva 23).



Kuva 23. Revitin IFC-export -toiminnossa on valinta, jolla objektit voi jakaa osiin kerroksittain.

YTV edellyttää, että suunnittelumallit luovutetaan projektin muille osapuolille sekä IFC-että suunnitteluohjelman natiivimuodossa. Jotta vastaanottajalla on käytössään toimiva malli, siirtyvät natiivimuotoisessa projektitiedostossa samalla myös mahdolliset yrityksen itse kehittämät ja suunnittelumalliin sisällyttämät Revitin family-objektit sekä yrityksen kehittämä template. Familyjen ja template-tiedoston luominen vaatii yrityksiltä merkittävää työpanosta, ja ne ovat myös familyjen tekijänoikeuksien haltijoita. Projekteissa tulee sopimusteknisesti määritellä familyjen käyttöoikeudet, jotta vastaanottajat eivät saa oikeudetonta kilpailuetua muihin nähden. Template-tiedoston osalta olisi hyödyksi, jos jokin taho, kuten buildingSMART Finland kehittäisi kansallisen, Suomen oloihin soveltuvan templatien, joka olisi vapaasti kaikkien yritysten käytettävissä. Tämä osaltaan edistäisi Revitin käyttöönottoa etenkin pienemmissä yrityksissä ja helpottaisi yritysten välistä yhteistyötä.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä työssä tutkittiin Revitin sekä sitä alustanaan käyttävän MagiCAD-lisäosan soveltuvuutta suunnitteluyrityksen pääasialliseksi LVI-tietomallinnusohjelmistoksi. Työ toteutettiin selvittämällä MagiCADin tuomia etuja pelkkään Revitillä tapahtuvaan mallintamiseen verrattuna sekä vertaamalla työnkulkua suhteessa vanhoihin toimintatapoihin. Perehdyttiin myös MagiCADilla tapahtuvaan kannakoinnin suunnitteluun. Lopuksi selvitettiin nykymuotoisten Yleisten tietomallivaatimusten soveltuvuutta Revit-pohjaiseen suunnitteluun.

Yleisesti voidaan todeta, että esteitä ohjelmiston käyttöönotolle ei havaittu. Revit yhdessä MagiCADin kanssa on yhdistelmä, jonka avulla taloteknisten järjestelmien suunnittelu on mahdollista tehdä nopeammin ja tehokkaammin verrattuna AutoCADiin. Pelkästään se, että kaikki rakenteet ja järjestelmät voivat olla näkyvissä samassa näkymässä, jossa suunnittelua tehdään, on merkittävä hyöty ja työskentelyä nopeuttava tekijä. Myös lukuisista eri projektitiedostoista eroon pääseminen tehostaa prosesseja. Työssä ei havaittu Revitin korkeahkon oppimiskynnyksen lisäksi esteitä ohjelmien ottamisessa täysipainoiseen tuotantokäyttöön.

MagiCAD for Revitin Supports & Hangers -ohjelmalla kannakoinnin suunnittelu todettiin helpoksi ja nopeaksi. Kannakoinnin suunnittelu epäilemättä ennemmin tai myöhemmin tulee osaksi taloteknisen suunnittelun tehtäväkuvaan. Tämä kuitenkin lisää työmäärää huomattavasti, ja tuleekin huolehtia siitä, että suunnittelusta aiheutuvat lisätunnit saadaan siirrettyä myös projektin kustannusarvioon ja sitä kautta laskutettavaksi. Epäselvää on vielä, miltä kannakointisuunnitelmat dokumentteina lopulta näyttävät vai ollaanko käyttöönottovaiheessa jo siirretty täysin paperidokumenteista tietomallipohjaiseen rakentamiseen myös työmaalla.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 -julkaisusarjasta ei työssä löydetty merkittäviä epäkohtia ajatellen Revit-pohjaiseen suunnitteluun siirtymistä. Havaittiin kuitenkin, että MagiCADin IFC-vientitoiminnolla ei voida täysin toteuttaa YTV:n vaatimuksia järjestelmien jakamista kerroksittain. Tämä yksittäinen epäkohta pitäisi kuitenkin olla korjattavissa ohjelmistopäivityksen yhteydessä tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön kannalta on valitettavaa, ettei työn tilanneella yrityksellä ollut ajankohtaan sopivasti Revitillä toteutettavaa projektia. Tämän kautta olisi luultavasti saanut paremman näkemyksen Revitin käytännön eduista ja haitoista kuin ohjelmaa itsenäisesti opettellen ja tutkien. Yrityksellä on kuitenkin jo aiemmin kokemusta Revitillä toteutetuista projekteista, ja sisäisistä keskusteluista näiden projektien parissa työskennelleiden kanssa olikin hyötyä lopputyön kannalta.

Uuden järjestelmän käyttöönottamisessa kestää aina aikansa ennen kuin tuottavuus palautuu muutosta edeltäneelle tasolle. Projektipäällikön kynnys ottaa Revit ensimmäistä kertaa käyttöön projektissa on varmasti usein korkea, kun tiedossa on, että aluksi tunteja kuluu ohjelman opetteluun. Pidemmällä tähtäimellä Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönottamisesta aiheutuvia kustannuksia lievittänee tieto siitä, että alkuvaikeuksien jälkeen työskentely nopeutuu verrattuna vanhaan ja tämän myötä myös tuottavuus paranee. Useissa maissa siirtyminen uuteen teknologiaan on jo pitkällä, eikä tämän jälkeen paluuta vanhaan ole ollut.

Lähteet

- 1 Eastman, Charles, Teicholz, Paul, Sacks, Rafael & Liston, Kathleen. 2011. BIM handbook: a guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc..
- 2 Nicał Aleksander & Wodyński Wojciech. 2016. Enhancing Facility Management through BIM 6D. Procedia Engineering. Volume 164, s. 299–306.
- 3 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. RT 10-11069. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 4 Halmetoja, Esa. 2016. Tietomallit ylläpidossa. Verkkodokumentti. Senaatti-kiinteistöt. <https://www.senaatti.fi/filebank/6099-Tietomallit_yllapidossa.pdf>. Luettu 31.3.2017.
- 5 EU BIM Task Group. Verkkodokumentti. <<http://www.eubim.eu/>>. Luettu 25.3.2017.
- 6 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana. 2012. RT 10-11077. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 7 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 3. Arkkitehtisuunnittelu. 2012. RT 10-11068. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 8 Jäväjä, Päivi & Lehtoviita Timo. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 9 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. 2012. RT 10-11066. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 10 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 2. Lähtötilanteen mallinnus. 2012. RT 10-11067. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 11 Manskun Rasti: Tietomalli tulevaisuudesta. 2017. Verkkodokumentti. Trimble Solutions Oy. <<https://www.tekla.com/fi/referenssit/manskun-rasti-tietomalli-tulevaisuudesta>> Luettu 31.3.2017.
- 12 buildingSMART. Certification. 2017. Verkkodokumentti. <<http://www.buildingsmart-tech.org/certification>>. Luettu 31.3.2017.
- 13 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. 2012. RT 10-11078. Helsinki: Rakennustieto Oy.

- 14 Kanto, Aki. 2013. LVI-Suunnittelutoimistojen käyttämät ohjelmistot. Insinööriyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- 15 About Linked Models that Require an Upgrade. 2017. Verkkodokumentti. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/Revit-GetStarted/files/GUID-6F0BD8C3-991B-4AFD-BC5B-00F7E898C5A8-htm.html>>. Luettu 31.3.2017.
- 16 Rivera Pedro & Serrano Damian. 2010. You can do that with Worksets... really? Verkkodokumentti. AUG|AEC Edge. <http://www.extensionmedia.com/base-camp/1289422/augiaecedgesummerseptemberissue/RIVERA-SERRANO_YOUCANDO_v1.pdf>. Luettu 31.3.2017.
- 17 Autodesk Revit: Understanding Revit Server 2013. 2012. Verkkodokumentti. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/video/youtube/watch-v-1GQgQyZwvPk.html>>. Luettu 31.3.2017.
- 18 What is the difference between Autodesk Collaboration for Revit and BIM 360 Team? 2017. Verkkodokumentti. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/What-is-the-difference-between-Autodesk-Collaboration-for-Revit-and-BIM-360-Team.html>>. Luettu 31.3.2017.
- 19 Collaboration for Revit: Non-Revit file link with Collaboration for Revit. Verkkodokumentti. 2015. Verkkodokumentti. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/troubleshooting/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/C4R-Non-Revit-file-link-with-Collaboration-for-Revit.html>>. Luettu 31.3.2017.
- 20 AWS Rates Highest on Cloud Reliability. 2015. Verkkodokumentti. EnterpriseTech. <<https://www.enterprisetech.com/2015/01/06/aws-rates-highest-cloud-reliability/>>. Luettu 31.3.2017.
- 21 The Dynamo Primer. 2017. Verkkodokumentti. Autodesk. <<http://dynamoprimer.com/en/>>. Luettu 31.3.2017.
- 22 Duncan Andrew. 2015. ES10679: An MEP Engineer's Guide to Dynamo. Verkkodokumentti. Autodesk. <<http://au.autodesk.com/au-online/classes-on-demand/class-catalog/2015/revit-for-mep-engineers/es10679#chapter=0>> Luettu 31.3.2017.
- 23 Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004. RT 84-10818. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 24 Vandezande, James, Krygiel, Eddy & Phil, Read. 2013. Mastering Autodesk Revit Architecture 2014. Indianapolis: John Wiley & Sons.