

Nico Evers

Teollisuusilmanvaihdon suunnittelun toteutus Revit-tietomalliohjelmistolla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

10.5.2017

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Nico Evers Teollisuusilmanvaihdon suunnittelun toteutus Revit-tietomalliohjelmistolla 33 sivua 10.05.2017
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniika
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	Juhani Suihkonen, HVAC Design Manager Sunil Suwal, lehtori
<p>Tietomallinnusohjelmia käytettäessä yritys-elämässä kaikki ajalliset säästöt projekteissa ovat tärkeitä. Yksi tapa päästä ajallisiin säästöihin on helpottaa suunnittelijoiden projektin aloittamista lähtötietoaineistolla. Lähtötietoaineistoon on sisällytetty usein tietoa, jota jokainen projektin aloitus vaatii. Tässä opinnäytetyössä luotiin lähtötietoaineisto Pöyrylle Autodeskin kehittämään Revit 2016 -ohjelmistoon.</p> <p>Työ on ositettu viiteen eri osa-alueeseen. Alkuun kerrotaan tietomallinnuksesta yleisesti ja siihen vaikuttavista tietomallivaatimuksista. Tästä siirrytään Revit-ohjelmistoon, josta kerrotaan ominaisuuksista, jotka tekevät Revit-ohjelmistosta potentiaalisen suunnittelutyökalun työelämässä. Tämän jälkeen tarkastellaan, minkälaisia elementtejä Revit-lähtötietoaineisto voisi sisältää, josta siirrytään itse kustomoidun lähtötietoaineiston luontiin. Lopussa käydään läpi, mitä asioita tulee ottaa huomioon, kun mietitään ohjelmiston käyttöönottoa yrityksen sisällä.</p> <p>Työn tavoitteena oli luoda Pöyrylle lähtötietoaineisto, jonka pohjalta tulevaisuuden Revit-projektit voidaan aloittaa. Lähtötietoaineisto saatiin luotua, mutta aineisto tulee vaatimaan pilottiprojektin, jonka avulla voidaan havaita puutteita, jotka esiintyvät suunnitteluvaiheessa. Lähtötietoaineiston kehitystä tullaan jatkamaan vielä pilottiprojektin jälkeen.</p>	
Avainsanat	Revit 2016, Autodesk, tietomallinnus, lähtötietoaineisto

Author Title	Nico Evers Industrial ventilation modelling with Revit
Number of Pages Date	33 pages 10 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructors	Sunil Suwal, Senior Lecturer Juhani Suihkonen, HVAC Design Manager
<p>The purpose of this bachelor's thesis was to create a template for the Autodesk Revit 2016 building information modelling (BIM) program. The template was created to ease the work of designers often facing similar tasks in different projects.</p> <p>The final year project examined standards for BIM modelling, the strengths of the Revit programme and various elements which are usually considered when a project template is to be created. To establish which parts were to be included in the template, it was studied how often they are needed in the beginning of the most common projects, but also during a project. The study looked into how and why parts were chosen to be included in a template. The template that was created is to be tested in a pilot project. The template will be improved in the future on the basis of the weaknesses revealed in the pilot.</p>	
Keywords	BIM, Revit 2016, Autodesk, template

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tietomallinnus	1
3	Talotekninen suunnittelu (Yleiset tietomallivaatimukset 2012)	2
3.1	Yleistä huomioitavaa	3
3.2	Ehdotus- ja yleissuunnittelu	4
3.3	Toteutussuunnittelu	5
3.3.1	LVI-järjestelmät	5
3.3.2	Erikoisjärjestelmät	6
3.3.3	Määräluettelot	6
3.3.4	Nimeämiskäytännöt	7
4	Revit 2016	7
4.1	Revit-perheet (Revit Families)	7
4.2	Yhteistoiminta (Collaboration)	7
4.2.1	Työnjako (Worksharing)	8
4.2.2	Worksets (Työalustat)	8
4.2.3	Seuranta (Monitoring)	9
4.3	Revit potentiaali	10
5	Project template Revit 2016	10
5.1	Asetukset (Settings)	11
5.2	Aloituskäyttö (Starting view)	12
5.3	Projektihakemisto (Project browser)	12
5.4	Tulostuskäytöt (Sheets)	13
5.4.1	Opasruudukko (Guide grid)	13
5.4.2	Tulostuspohja (Titleblock)	14
5.5	Mallinäkymä (View template)	15
5.6	Korkeasemat ja pilarilinjat (Elevations and Grids)	16
5.7	Luettelot (Schedules)	16
5.8	Parametrit (Parameters)	17
5.9	Viivapaksuudet ja värit (Line weights and colors)	17
6	Lähtötietoaineiston luonti	18
6.1	Parametrit	19

6.2	Tulostusnäkyvä	19
6.2.1	Tulostuspohjat	19
6.2.2	Opasruudukko	21
6.3	Tasot ja pilarilinjat	22
6.4	Projektihakemisto	23
6.5	Mallinäkyvät	24
6.6	Viivapaksuudet ja värit	25
6.7	Komponenttien, kanavien ja putkien merkitseminen	26
6.8	Näkymät	26
6.9	Luettelot	28
6.10	Datasets	30
7	Yhteenveto	31
	Lähteet	32

1 Johdanto

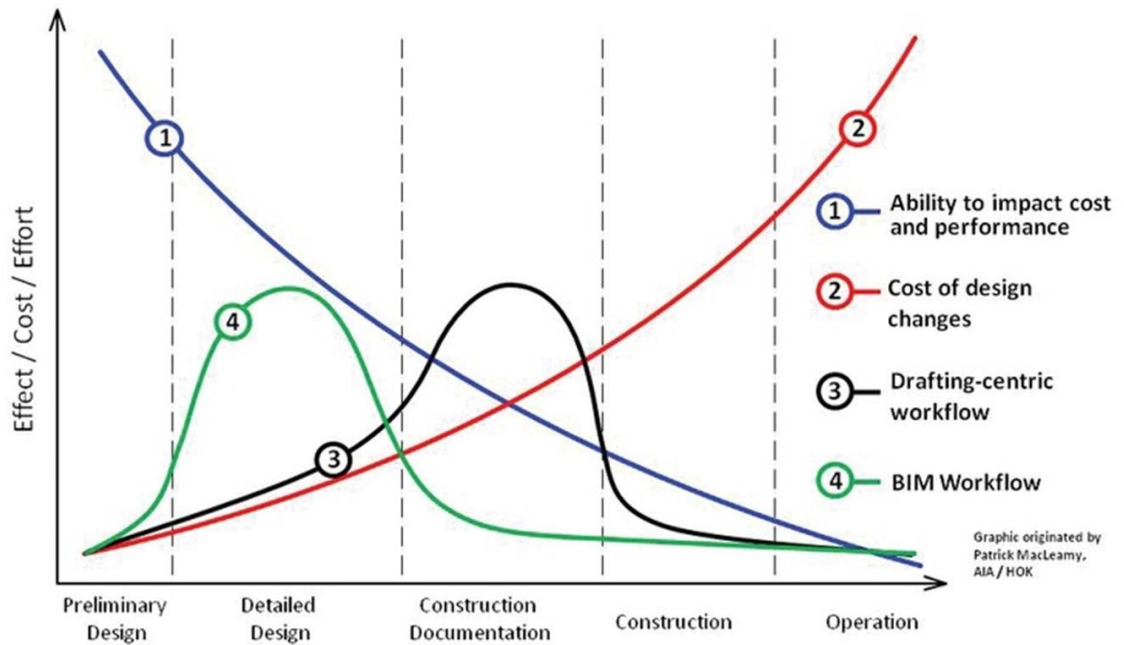
Työn tilaajana toimi Pöyry Finland Oy, joka on kansainvälinen konsultointi- ja suunnitteluyritys. Pöyry on ottanut käyttöönsä Revit-tietomallinnusohjelmiston, jota on tarkoitus hyödyntää tulevaisuuden projekteissa. Jotta tietomallinnusohjelmiston käyttämiseen päästään tehokkaasti käsiksi, tulee siihen luoda aloitustemplate. Se on lähtötietoaineisto, jolla luodaan pohja tulevaisuuden projekteille. Template kootaan toteutuneiden projektien ja aikaisempien käyttökokemusten perusteella.

Työssä kerrotaan, mitä tietomallintaminen on ja perehdytään tietomallinnusvaatimukseen ja ohjeisiin LVI-suunnittelun näkökulmasta. Selvitetään myös vaatimuksia Pöyryn ja teollisuusilmanvaihdon näkökulmasta ja vertaillaan Revit-ohjelmiston potentiaalia. Työn päätavoite on luoda lähtötietoaineisto, jolla rakennetaan pohja suunnittelulle ja helpotetaan sekä yksinkertaistetaan projektissa työskentelyä sekä tiedonhakua. Aineiston tulee kattaa perinteisen LVI-projektin vaatimukset Pöyryn tarpeiden mukaan, ja sen tulee mahdollistaa suunnittelun aloittaminen jokaiseen suuntaan suunnittelukohteesta riippumatta. Työssä käydään ensiksi läpi erilaisia vaihtoehtoja, joita lähtötietoaineisto voisi sisältää, jonka jälkeen tehdään itse aineisto kerätyllä materiaalilla. Työn loppuvaiheessa mietitään, miten luotua templatea voitaisiin kehittää tulevaisuudessa ja minkälaisen lisäarvon luotu lähtötietoaineisto tuo yritykseen.

2 Tietomallinnus

Tietomallinnus (Building Information Modeling) on tietojen sisällyttämistä koko rakennuksen elinkaaren ajalta yhteen kolmiulotteiseen malliin. Perinteisessä mallintamisessa taas tiedot ovat hajallaan eri raporteissa ja piirustuksissa. Tietomalli mahdollistaa eri suunnittelualojen yhteensopivuuden tarkastelun. Tarkastelu tapahtuu yhdistelmämallissa, jossa osamallit on koottu yhteen. Tietomallinnus helpottaa myös työvaihekohtaisten kuvien luontia mahdollistamalla riisutumpien dokumenttien ja piirustusten sisällyttämisen yhteen malliin. (1) Tietomallinnuksen päätavoitteena on tukea rakennusprosessia koko sen elinkaaren ajan. Se voi tehostaa kommunikaatiota ja tiedonsiirtoa eri suunnittelualojen välillä. Mallinnuksen tavoitteisiin pääsemiseksi jokaiselle projektille on määriteltävä omat painopisteet tietomallinnuksen osalta. (2) Kuvassa 1 on esitetty tietomallintamisen hyötyjä Patrick Macleamyn käyrällä. Sininen käyrä kuvastaa kykyä muokata

suunnitelmia eri suunnitteluvaiheissa. Punainen käyrä osoittaa suunnitelmien muutoskustannusten kasvavan sen mukaan, mitä pidemmällä suunnittelu on. Musta käyrä kuvastaa perinteisen suunnittelun työnkulkua ja sininen käyrä tietomallinnuksen työnkulkua.



Kuva 1. Patrick Macleamyn käyrä (3)

Tietomallinnus tehostaa suunnittelua, kun pystytään käyttämään enemmän aikaa itse suunnitteluun ja vähemmän aikaa dokumentointiin. Kuvasta voidaan havaita, että työnpanoksen määrä siirtyy perinteisestä suunnittelusta aikaisempiin suunnitteluvaiheisiin. Aikaa jää enemmän suunnitelmien ja päätöksien tekoon samalla, kun dokumentointiin tarvittava aika vähenee. (3)

3 Talotekninen suunnittelu (Yleiset tietomallivaatimukset 2012)

Yleiset tietomallivaatimukset perustuvat tilaajaorganisaatioiden aikaisempiin ohjeisiin ja niiden käytöstä peräisin oleviin käyttökokemuksiin sekä ohjeiden kirjoittajien seikkaperäisiin kokemuksiin mallipohjaisesta toiminnasta. Tietomallinnukseen liittyvät tietosisältö- ja mallinnusvaatimukset ovat vähimmäisvaatimuksia, jotka auttavat saavuttamaan mallinnukselle tarvittavan perustason. Vähimmäisvaatimuksia on käytettävä niissä ra-

kennushankkeissa, joissa niitä on sovittu noudatettavan. Suunnittelusopimukset määrittävät mitä vaatimuksia halutaan käytettävän ja niissä kerrotaan myös mahdollisista lisävaatimuksista. Tietomallilla pyritään helpottamaan hallittua päätöksentekoa ja parantamaan kommunikaatiota suunnittelualojen ja tilaajan välillä. (2).

3.1 Yleistä huomioitavaa

Jokaisessa tietomallissa on ylläpidettävä tietomalliselostusta. Tietomalliselostus on kuvaus mallin sisällöstä, jossa kerrotaan mallinnuksen tarkkuustaso, tietosisällön kattavuus, ohjelmistoversiot joita on käytetty ja poikkeamista vaatimuksiin nähden. Lisäksi selostukseen kuuluu kohteen perustiedot ja yhteystiedot tietomalliyhteyshenkilöön, vastuulliseen suunnittelijaan ja kohteen projektipäällikköön. Tietomalliselostus tulee pitää ajan tasalla ja tietomallia lähetettäessä eteenpäin, tulee selostus sisällyttää päivitettyinä lähetykseen. (2; 4.) Kuvassa 2 on esimerkki tietomalliselostuksesta, joka sisältää informaatiota kohteesta.

Tietomalliselostus	TATE
Havainnollistuskuva kohteesta	
Suunnittelukohde	
Suunnitteluvaihe	
Tietomalliselostuksen päiväys	
Muutospäiväys	
Yritys	
Tietomalliyhteyshenkilö	
Yhteyshenkilön sähköpostiosoite	
Yhteyshenkilön puhelinnumero	
Kohteen vastuullinen suunnittelija	
Kohteen projektipäällikkö	
Käytettävät ohjelmistot	
Lisätietoja, huomioita yms.	

Kuva 2. Tietomalliselostuspohja (4)

Projektissa esiintyvät pääjärjestelmät tallennetaan IFC-tiedostoihin. Käytettävissä IFC-malleissa käytetään arkkitehdin määrittämiä absoluuttisia korkoasemia. Tiedostopuun nimeämismalli on ensisijaisesti tilaajan päätettävissä. Jos tilaajalla ei ole vaatimusta

rakenteesta voidaan miettiä muita vaihtoehtoja. Ohjelmistojen tulee olla yhteensopivia IFC-tiedostoformaatin kanssa, sillä kaikki tiedonsiirto tapahtuu sen kautta. Alkuperäismallin sisältäessä viittauksia ulkopuolisiin tietoihin, tulee ne liittää julkaisuun. Kaikki tieto joka on peräisin muualta kuin mallista, tulee ne liittää tietomalliselostukseen. (4.)

Tarpeen vaatiessa eri suunnittelualojen järjestelmistä luodaan yhdistelmämalli, jonka avulla voidaan tarkastella mahdollisia törmäyksiä ja muita yhteensopivuusongelmia. Sen avulla saadaan havainnollistettua rakennuksen sisältö kokonaisuudessaan. Niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi tilatarpeiden tarkastelussa ja reikäsuunnitelmissa. Järjestelmämallien kohdalla kytkentäjohtojen risteilyt sallitaan, mikäli putkikoko osuu välille DN10-25. (4.) Taulukossa 1 on esitetty taloteknisen suunnittelun mallit ja niiden sisältö.

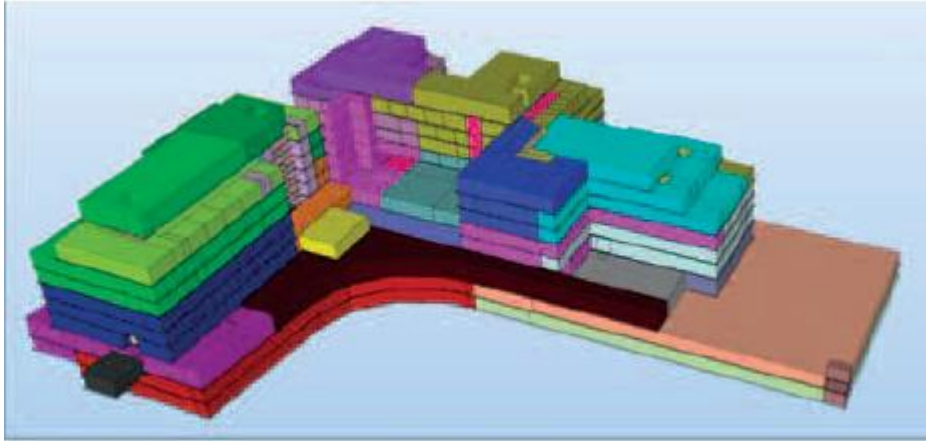
Taulukko 1. Taloteknisen suunnittelun mallit ja niiden sisältö (4)

Taloteknisen suunnittelun mallit				
Vaatusmalli	Inventointimalli	Tilamalli	Järjestelmämalli	Toteumamalli
Sisäilmaolosuhteiden, järjestelmä-tarpeiden ja tilatarpeiden dokumentointi	Korjausrakentaminen: Lähtötilanteen dokumentointi ja mallinnus TATE-järjestelmille tarvittavissa määrin	Merkittävästi tilaa vievien kanavistojen ja putkistojen mallinnus, palvelualueiden määrittäminen	Päätelaitteiden, kanavistojen, putkistojen ja keskuslaitteistojen mallinnus	Mallin päivittäminen todellisuutta vastaavalle tasolle

3.2 Ehdotus- ja yleissuunnittelu

Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe eivät vaadi talotekniikan osalta vielä koko rakennuksen laajuista järjestelmämallia. Talotekniikan osalta keskitytään järjestelmävalintoihin, talotekniikan tilavarauksiin sekä palvelualuekaavioihin. Suunnittelutarjouspyynnöissä sovitaan tietomallinnuksen laajuudesta projektikohtaisesti. (4.)

Yleissuunnitteluvaiheessa ilmanvaihtokoneille tulee luoda palvelualuekaavio. Kaaviossa voidaan hyödyntää arkkitehdin luomia tilaobjekteja ja ilmanvaihtokoneiden palvelualueet voidaan osoittaa rasterioimalla arkkitehdin pohjasta alueet, jota kukin ilmanvaihtokone palvelee. Palvelualuekaaviot voidaan sopia luotavaksi kahdella eri vaatimustasolla. (4.) Kuvassa 3 on esitetty 3D-havainnollistuskuvaa palvelualuekaaviosta.



Kuva 3. Väreillä havainnollistettu 3D-palvelualuekaavio [4.]

LVI-suunnittelijan tulee varata tarvittavat tilat talotekniikan järjestelmille, jotka käydään läpi arkkitehdin kanssa. Järjestelmien runkoverkostoille tulee tehdä esitysmalli, josta näkyvät verkostojen pääreitit. 2D-leikkauskuvista on pystyttävä havainnollistamaan verkostojen kannakoinnit, onko verkostot mahdollista asentaa ja ovatko ne huollettavissa. Suunnittelija valitsee ja mallintaa tarvittaessa rakennuskohteesta alueen, jonka avulla voidaan todeta alueen olevan riittävän kokoinen suunnitelluille talotekniikan komponenteille. Tällaista aluetta kutsutaan mallialueeksi. Talotekniikan suunnittelijalla tulee olla riittävän tarkka tietomalli arkkitehti- ja rakennesuunnittelun osalta, jotta talotekniset suunnitelmat voitaisiin tehdä riittävällä tarkkuudella. Mallialue voi sisältää havainnollistuksen alueesta visualisointiohjeen mukaisesti. Rakennuskohteen sisältäessä paljon samanlaisia tiloja ne on mallinnettava tarkasti. (4)

3.3 Toteutussuunnittelu

3.3.1 LVI-järjestelmät

Pääjärjestelmät tulee mallintaa jokainen omanaan. Ne tulee mallintaa toimiviksi verkostoiksi, siten että käytetty ohjelmisto pystyy hyödyntämään sen sisältämiä mitoitusominaisuuksia. Kaikki järjestelmän toimivuuteen oleellisesti vaikuttavat komponentit mallinnetaan. Verkostojen sijaitessa eri kerroksissa ne tulee yhdistää niin, että verkostoista tulee virtausteknisesti ehjiä järjestelmiä. Malli toteutetaan todellisuutta vastaavaksi kokonaisuudeksi, jossa käytetään sen mukaisia objekteja. Tuotekirjastoja käytetään mallin-
 nusohjelman mahdollistamassa mittakaavassa. (4)

Putkisto- ja kanavajärjestelmien eristeiden mallinnus toteutetaan niin, että ne ovat käytökelpoisia materiaalilistojen ja törmäystarkastelujen kannalta. Eristeistä tulee käydä ilmi eristeen paksuus, käyttötarkoitus ja materiaali. Pinnoite tulee lisätä eristekoodiin, mikäli pinnoitteena käytetään selvästi kustannuksiin vaikuttavaa materiaalia. (4)

Suunnittelijan tulee mallintaa jokainen puhallin- ja ilmanvaihtokoneverkosto sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät omiksi osajärjestelmikseen. Vesi- ja viemärijärjestelmissä esimerkiksi sade- ja jätevesiviemäroinnit mallinnetaan omiksi osajärjestelmiksi ja viemäreiden kaatojen tulee esiintyä mallissa todellisina lukuun ottamatta kerroskohtaisia hajotuksia, kuten WC-tilaryhmät tai asemapiirustukseen kuuluvat viemäriverkostot. Lisäksi LVI-suunnittelijalle kuuluu kattokaivojen mallinnus. (4) Kaikkien järjestelmien malleissa noudatetaan yleisten tietomallivaatimusten osan 4 liitteen 1 ohjeistusta.

3.3.2 Erikoisjärjestelmät

Merkittävästi tilaa vievät erikoisjärjestelmät on syytä mallintaa tilantarve ja törmäystarkasteluiden vuoksi. Erikoisjärjestelmiä voivat olla muun muassa höyry- ja kaasuputkistot, savunpoistojärjestelmät ja paineilmaverkostot. Ne mallinnetaan mallinnusohjeita soveltaen, sillä ohjelmistot saattavat olla vajavaisia erikoisjärjestelmien tuotekirjastojen ja tarvittavien objektien osalta. Jos mallintamisessa tulee vastaan tilanteita, että tuotekirjastoista ei löydy tarvittavia komponentteja, tulee nämä luoda yksinkertaistettuna tai valita ohjelmiston tarjoamasta materiaalista lähin vastaava komponentti. Erikoisjärjestelmät eivät edellytä ohjelmiston laskentatyökalujen käyttöä, sillä täydentävät tiedot on mahdollista esittää mallin ulkopuolisissa dokumenteissa. (4)

3.3.3 Määräluettelot

Määrälaskentaa varten luodaan määräluetteloita, jotka tuodaan talotekniikan järjestelmämallista. Määräluetteloiden kattavuudesta on sovittava erikseen. Suunnittelijan tehtäviin lukeutuu ehdotuksen tekeminen määräluettelosta tilaajalle. (4). Määräluetteloiden avulla laaditaan kustannusarvioita ja niitä hyödynnetään muun muassa urakkatarjousvaiheessa. (2). Määräluetteloiden mukana on toimitettava tietomalliselostus. (4) Tietomalliselostusta on selvitetty luvussa 3.1.

3.3.4 Nimeämiskäytännöt

Pääjärjestelmien jakautuessa osajärjestelmiin, tulee laitetunnuksista käydä selkeästi ilmi mihin osajärjestelmään laite kuuluu. Komponenteille ja laitteille käytetään ensisijaisesti tilaajan ehdottamia nimeämiskäytäntöjä. Jos tilaajalla ei ole nimeämiskäytäntöä laadittuna, voi suunnittelija luoda oman ja tehdä siitä ehdotuksen tilaajalle. Tunnukset tulee kirjoittaa attribuuttitietoihin, mikäli kyseinen laite on kytketty esimerkiksi rakennusautomaatiojärjestelmän komponentteihin. (4).

4 Revit 2016

Revit on Autodeskin kehittämä tietomalliohjelmisto, joka on tarkoitettu arkkitehdeille, rakenne-, talotekniikan suunnittelijoille ja urakoitsijoille. Se mahdollistaa rakennusprojektin vaiheittaisen seurannan koko sen elinkaaren ajan.

4.1 Revit-perheet (Revit Families)

Revit-perheet ovat objekteja, jotka pitävät sisällään objekteihin liittyvää informaatiota. Ne jakautuvat järjestelmäperheisiin (System families), ladattaviin perheisiin (Loadable families) ja paikoillaan oleviin perheisiin (In-place families). Järjestelmäperheet sisältävät peruselementtejä ja asetuksia, kuten ovet, katot, putket, kanavat, korkoasemat ja pilarilinjat. Nämä ovat ennalta määriteltyjä Revit-ohjelmistoon, eikä niitä pysty lataamaan ulkoisista tiedostolähteistä. Ladattavat perheet ovat luotavia ja muokattavia perheitä, jotka voidaan tallentaa ulkoisiin tiedostolähteisiin tai ladata niistä projektiin. (5) Paikallaan olevat perheet ovat projektikohtaisia, ja niitä käytetään vain tapauksissa, joihin ladattavat perheet eivät sovellu. Objektin ollessa luotu paikoillaan olevana perheenä ei sitä voi monitoroida eikä kopioida. Näin ollen näiden käyttö saattaa aiheuttaa yhteensopivuusongelmia suunnittelijoiden välisissä linkitetyissä malleissa. (6, s. 456.)

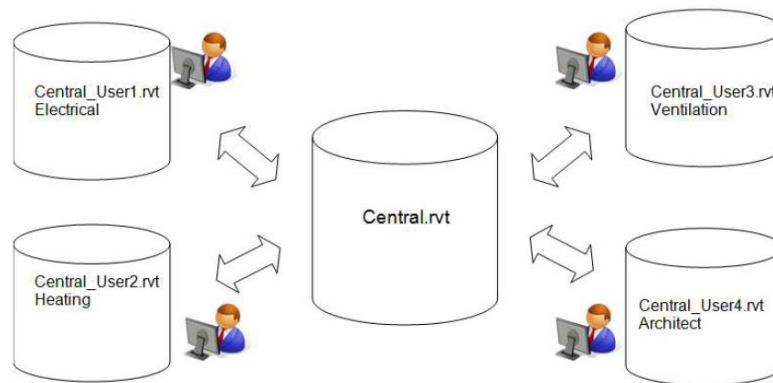
4.2 Yhteistoiminta (Collaboration)

Revit mahdollistaa eri suunnittelualojen välisen yhteistoiminnan, jonka avulla useat eri henkilöt voivat työskennellä mallissa samanaikaisesti. Yhteistoiminta perustuu tiedosto-

jen väliseen informaation jakamiseen. Kaikkien rakennusprojektiin osallistuneiden osapuolien pitäisi olla osana luotua Revit-projektia. (6, s. 75.)

4.2.1 Työnjako (Worksharing)

Keskustiedosto (Central File) mahdollistaa useiden suunnittelijoiden työskentelemisen mallissa samanaikaisesti. Jotta useiden osapuolien työskenteleminen mallissa onnistuisi, tarvitsee projekti keskustiedoston. Se on säilytyspaikka mallille, joka vastaanottaa muuttunutta informaatiota paikallistiedostoilta (Local File). Suunnittelijat työskentelevät keskustiedoston kopioissa, jotka kommunikoivat keskustiedoston kanssa. Keskustiedoston kopioita kutsutaan paikallisiksi tiedostoiksi. (6, s. 45.) Paikallistiedostot ovat väliaikaisia tiedostoja, jotka sijaitsevat kunkin käyttäjän omalla asemallaan. Uusi paikallistiedosto tulee luoda jokainen kerta, kun Revit käynnistetään. Kaikki muutokset malliin tehdään paikallistiedostoissa. Muutokset keskustiedostoon tapahtuu synkronoimalla paikallistiedosto sen kanssa, jolloin tieto muutoksista siirtyy keskustiedostoon. Keskustiedostoa ei tule sen luomisen jälkeen avata muuhun tarkoitukseen kuin tiedoston ylläpitotehtäviin, jotta työnjako-ominaisuuden kanssa ei kehkeydy ongelmia. (7.) Kuvassa 4 on havainnollistettu tiedon siirtymistä paikallistiedostojen ja keskustiedoston välillä.

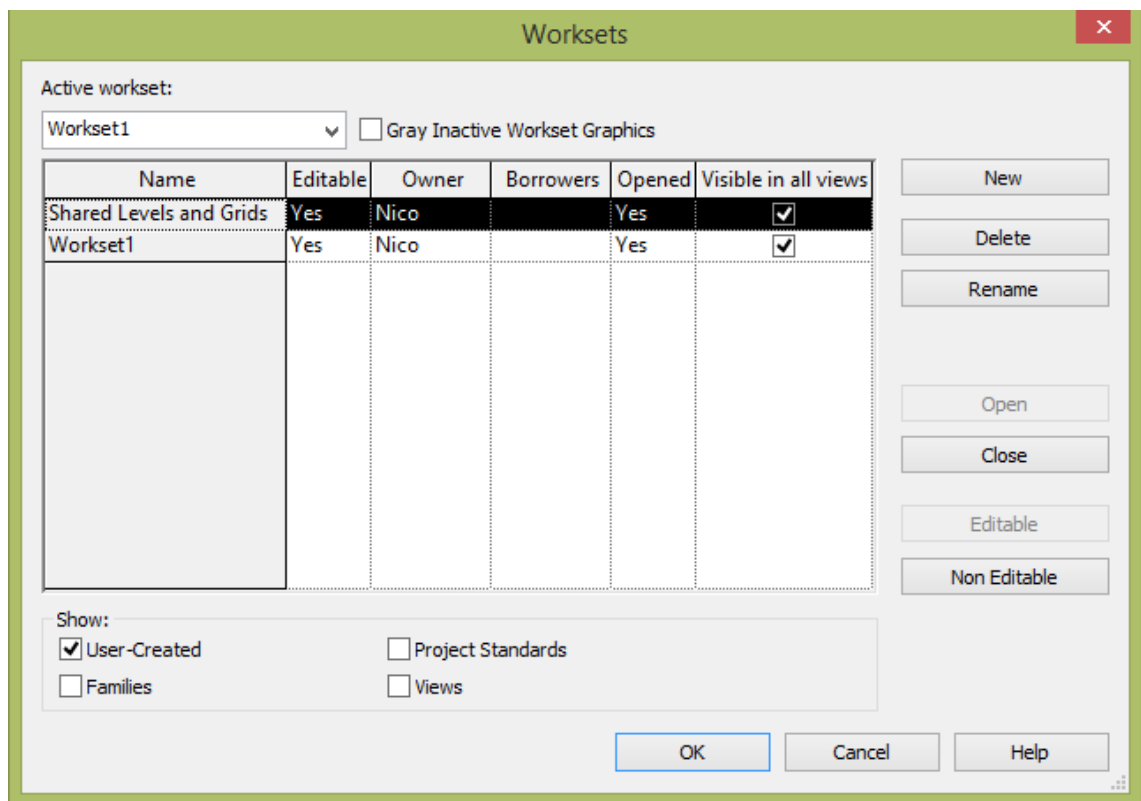


Kuva 4. Tiedonsiirto keskustiedoston ja paikallistiedostojen välillä (16)

4.2.2 Worksets (Työalustat)

Usean henkilön työskennellessä samanaikaisesti on projektiin luotava työalustoja (Worksets). Työalustoja voidaan luoda niin monta kuin on tarpeen ja ne voidaan määrittää esimerkiksi LVI-järjestelmittäin. Ne ovat muokattavissa vain niille henkilöille, jotka ovat lainanneet oikeudet työalustaan, tai henkilölle, joka omistaa oikeudet kyseiselle

työalustalle. Muokattavissa (editable) ei tarkoita sitä, että kyseinen työalusta on muokattavissa kaikille, vaan se on muokattavissa vain työalustan omistajalle. Muokkaaminen on kuitenkin mahdollista esittämällä omistajalle pyyntö, joka hylätään tai hyväksytään. Jos työalusta on määritelty ei-muokattavaksi, se tarkoittaa sitä, että kyseistä alustaa voi kyllä muokata, mutta kukaan ei omista kyseistä työalustaa. Samalla työalustalla voi työskennellä useampi henkilö, kunhan he työskentelevät eri komponenttien parissa. (6, s. 46-50.) Kuvassa 5 on esitetty työalustavalikko, jossa voidaan muokata ja luoda työalustoja ja määrittää työalustojen asetuksia.

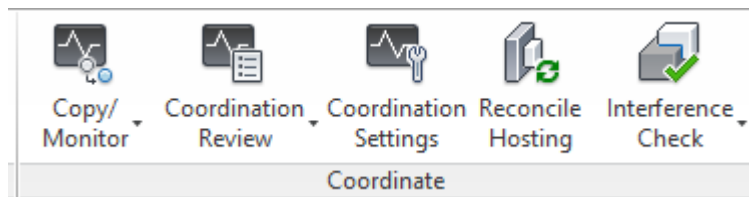


Kuva 5. Revit-oletustyöalustat

4.2.3 Seuranta (Monitoring)

Linkitettäessä projektiin arkkitehdin luomaa pohjakuvaa, voidaan siitä monitoroida tapahtumia, jotka vaikuttavat oleellisesti eri suunnittelualojen toimintaan. Tämänkaltaisia tapahtumia ovat muun muassa muutokset korkoasemiin, pilarilinjoihin, pilareihin ja seiniin. (6, s. 93.) Revit ilmoittaa käyttäjälleen mahdollisista muutoksista, mikäli isäntätiedostossa tehdyt muutokset koskevat linkitettyä kuvaa. Ilmoitukset koskevat vain niitä

elementtejä, jotka on valittu seurattaviksi. (8) Kuvassa 6 on esitetty koordinoitipalkki, jossa sijaitsevat monitorointitoiminnot linkitetyille malleille.



Kuva 6. Koordinoitipalkki

4.3 Revit potentiaali

Tietomallinnusominaisuuksien vuoksi Revit on erittäin kätevä työkalu kaikille yrityksille, joiden toimenkuvaan kuuluu suurten rakennuskokonaisuuksien suunnittelu. Revit mahdollistaa kaikkien projektiin osallistuneiden henkilöiden työskentelyn samassa mallissa, jonka seurauksena dokumentaatio on takuuvarmasti kaikkien saatavilla ja ajan tasalla. Rakennuksen tilojen dimensiot ovat helposti hahmotettavissa arkkitehdin luoman 3D-kuvan ansiosta, ja näin ollen esteettisten ja toimivien LVI-järjestelmien luonti helpottuu.

Eri suunnittelualojen komponenttien ja järjestelmien pääreittien näyttäminen on mahdollista samassa mallissa, ja näin ollen Revit ei tarvitse rinnakkaisohjelmaa havainnollistamaan mahdollisia törmäyskohtia eri järjestelmien välillä. Ohjelma sisältää Walkthrough-toiminnon, jonka avulla voidaan kulkea 3D-mallin sisällä. Toiminto voi olla hyödyllinen havainnollistaessa asiakkaalle järjestelmävalintoja tai muuta oleellista informaatiota. Revitin tarjoaman monitorointi toiminnon ansiosta on helpompaa pysyä perillä siitä, mitä arkkitehtipohjassa tapahtuu ja näin ollen suunnittelija pystyy vaivattomammin pitämään luomansa reititykset kunnossa.

5 Project template Revit 2016

Template on lähtötietoaineisto aloitettavalle projektille. Suunnittelun tehokkuuden kannalta se on tärkeässä asemassa, sillä se karsii käyttäjältä välttämättömimmät toimenpiteet, jota jokainen projektin alkuvaihe muuten vaatisi. Sen pääasiallinen tehtävä on pitää luodut projektit johdonmukaisina toisiinsa nähden ja automatisoida vastaantulevia

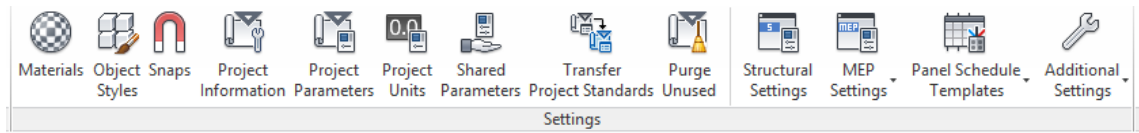
tehtäviä projektin aloituksessa ja sen aikana. (6, s. 681.) Sen avulla projektit voidaan aloittaa oikeilla asetuksilla, ominaisuuksilla ja standardien mukaisella aineistolla (9).

Hyvä template mahdollistaa nopean projektin aloituksen ja päästää käyttäjänsä mallintamisen pariin mahdollisimman vähäisillä alkutoimenpiteillä. Templatet ovat muuttuvia asiakirjoja, jotka tarvitsevat päivityksiä ja hoitotoimenpiteitä. Tämän vuoksi yleinen pääsy templateen yrityksen sisällä saattaa tehdä siitä vaikeasti hallinnoitavan. (6, s. 681.) Template on lähtötietoaineisto, eikä sitä pysty vaihtamaan projektin aloituksen jälkeen. Mikäli sitä haluaa muuttaa jälkeinpäin vastaamaan jonkun muun templatien ulkoasua, tulee siihen tehdä muutokset vaiheittain käsin. (9.)

Tietosisältö perustuu usein kokemuksiin aikaisemmista projekteista ja siitä, mitä useimmat suunnitteluprojektit pitävät sisällään. Tietosisältö voi olla riippuvainen asiakkaan ja yhtiön sisäisistä vaatimuksista ja käytännöistä. Sisältö pyritään pitämään mahdollisimman ytimekkäänä selkeyden ja tiedoston raskauden vuoksi. Mikäli yritys tekee paljon erityyppisiä kohteita, voidaan jokaiselle kohdetyypille harkita oman templatien luomista. Jos taas yritykselle halutaan tehdä yleinen template, jota käytetään kaikkien projektien aloituksessa, voidaan tietosisältö miettiä yrityksen perinteisimmän suunnitteluprojektin mukaan. Tietosisällön lisäämiselle tai sen muokkaamiselle ei ole tiettyä kaavaa, jota noudattaen kannattaisi edetä, mutta joidenkin asetusten muuttaminen vaatii alkutoimenpiteitä, jotka määräävät sisällön luomisen tai muokkauksen kulkua. (9).

5.1 Asetukset (Settings)

Lähtötietoaineistoa luodessa on hyvä käydä läpi Revit-ohjelmiston tarjoamat asetusmahdollisuudet. Asetukset jakautuvat projektiasetuksiin ja lisäasetuksiin. Asetusten muuttamista lähtötietoaineistoon kannattaa harkita, sillä jotkin asetukset ovat projekti-kohtaisia. Tällä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi projektitiedot (project information) sisältävät vahvasti projektikohtaista informaatiota. Se sisältää kohtia muun muassa projektin nimestä, projektinumerosta tai tilaajan nimestä. Mahdollista on kuitenkin määrittää muoto, jolla tiedot halutaan syöttää kenttään. Tällainen voi olla esimerkiksi päivämäärä, joka syötetään päivä/kuukausi/vuosi tai vuosi/kuukausi/päivä. (10.) Kuvassa 7 on esitetty asetuspalkki.



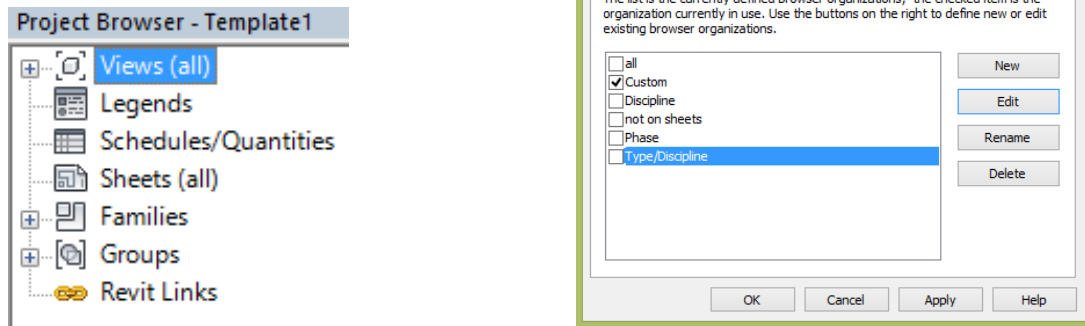
Kuva 7. Asetukset-palkki (Settings)

5.2 Aloitusnäkö (Starting view)

Aloitusnäköä käytetään näköinä, joka käynnistyy jokainen kerta, kun tietomalli avataan. Tällä pyritään nopeuttamaan tiedoston avaamisprosessia. Aloitusnäköän avaamisen jälkeen käyttäjä saa itse valita, minkä näköän parissa haluaa työskennellä. Ilman aloitusnäköä Revit avaa viimeisimmän näköän, jonka parissa on työskennelty ennen ohjelman sulkemista. Aloitusnäköä siis välttää mahdollisesti todella raskaan 3D-kuvan avaamisen. Aloitusnäköän on hyvä harkita lisättävien muistutuksia tai oleellista informaatiota projektiin liittyen. (10).

5.3 Projektihakemisto (Project browser)

Projektihakemiston rakenne on tärkeä, kun työskennellään mallissa. Kansiorakenteen ollessa jokaisessa projektissa samanlainen on helppo pysyä perillä siitä, mitä kansiot pitävät sisällään. Hakemiston sisältö koostuu projektiin luoduista erilaisista näköistä, luetteloista ja Revit-perheistä. Näköillä on taas persoonallisia ominaisuuksia siihen nähden minkä ryhmän alle ne kuuluvat. Ryhmittely on voitu toteuttaa muun muassa, mitä järjestelmää näkö edustaa tai minkä tyyppinen näkö on. Hakemiston ryhmittelyjärjestystä voidaan muuttaa omien tarpeiden mukaisiksi projektihakemiston asetuksista. (6, s. 725.) Kuvasta 8 voidaan huomata näköjen (Views) ja tulostusnäköjen (Sheets) olevan eri ryhmittelyasetusten alla.



Kuva 8. Projektihakemisto ja projektihakemiston muokkaus

5.4 Tulostusnäymät (Sheets)

Tulostusnäymää käytetään työkaluna, jonka avulla taulukot, piirustukset ja erilaiset muut näymät saadaan aseteltua tulostuksia varten. Se antaa katsauksen paperi- tai PDF-version ulkonäöstä ennen tulostusta. Niissä voidaan esittää muun muassa mallinnettuja suunnitelmia tai määräluetteloita. (6, s. 635.) Tulostusnäymät sisältävät tavallisesti tulostuspohjan ja luettelon tai piirustuksen, joka halutaan esittää.

5.4.1 Opasruudukko (Guide grid)

Usein projekti pitää sisällään useamman kuin yhden tulostusnäymään asetetun suunnitelman. Opasruudukko mahdollistaa näiden suunnitelmien esiintymisen jokaisessa tulostusnäymässä samassa kohtaa. Ruudukon kokoa ja sen tiheyttä voidaan tarvittaessa muuttaa haluamukseen ja niitä voidaan luoda useita. Ruudukon ollessa valmis ja halutussa kohtaa voidaan se aktivoida seuraavaan tulostusnäymään. Se tulee esiintymään tulostusnäymässä täsmälleen samassa kohtaa kuin edellisessäkin, joka tekee näkymän asettamisen samaan kohtaan helpompaa. Ruudukon sijaintitiedot eivät muutu jos, se otetaan pois käytöstä. Kuitenkin ruudukon ulkoasua tai sijaintia muutettaessa tulevat muutokset voimaan jokaisessa tulostusnäymässä, jossa se on asetettu esiintyväksi. (12)

5.4.2 Tulostuspohja (Titleblock)

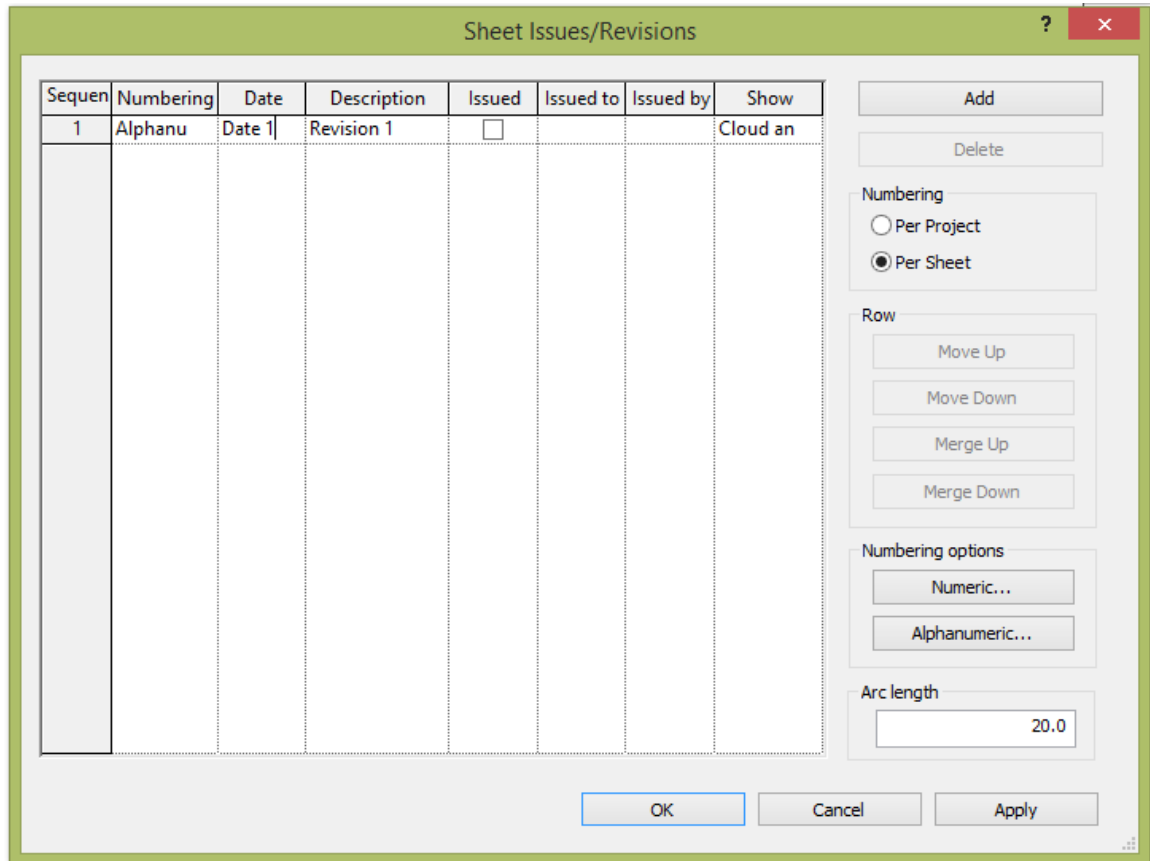
Tulostuspohja valitaan tulostusnäytteen luomisvaiheessa tulostuspohjaperheestä. Se voi sisältää mahdollisesti raamit tulostukselle, revisiotaulukon ja nimiön. Asiakkailta saattaa olla erityisvaatimuksia tulostuspohjan ulkonäölle ja sisällölle sen mukaan, miten he ovat tottuneet käyttämään niitä aikaisemmissa projekteissaan (6, s. 635). Yleisimmät tulostuspohjat on hyvä ladata projektiin valmiiksi. (9). Kuvassa 9 näkyy esimerkki Autodeskin tarjoamasta mallitulostuspohjasta, jossa näkyy nimiö, revisiotaulukko, tulostuksen raamit ja taulukko yhteystiedoille.

Kuva 9. Autodeskin tarjoama tulostuspohja

Revisiotaulukot (Revisions)

Projektiin luodut revisiot näytetään revisiotaulukoissa. Revisiot täytyy ensin luoda projektiin ennen kuin ne voivat esiintyä revisiopilvissä tai revisiotaulukoissa. Numerointi voidaan valita tulostusnäytettäin tai projekteittain ja muuttaa järjestys numeeriseksi tai aakkoselliseksi. Asetuksista saa muutettua myös kaavaa, jonka perusteella numerointi käyttäytyy. (6, s. 654.) Revisiotaulukon rakennetta voi muuttaa perheen muokkausoh-

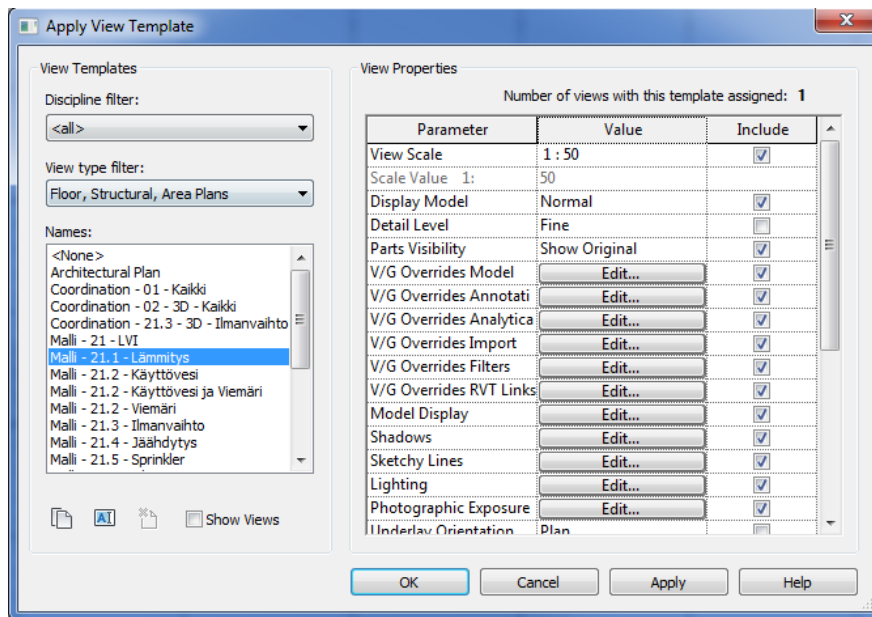
jelmalla valmiiksi määritetyillä parametreilla. Niihin ei ole mahdollista luoda omia parametreja. (6, s. 639.) Kuvassa 10 on esitetty revisioiden lisäys- ja muokkausvalikko, jossa voidaan syöttää tiedot kullekin revisiolle.



Kuva 10. Revisioiden lisäys- ja muokkausvalikko

5.5 Mallinäkö (View template)

Mallinäköä käytetään useiden näkymien samanaikaiseen ja johdonmukaiseen hallintaan. Se on valmiiksi luotu ryhmä asetuksia, joka hallinnoi näkymien ulkoasua ja niissä esiintyvää dataa. (6, s. 41.) Sen avulla näkymien ulkoasuista saadaan yhdenmukaisia. Mallinäköä voidaan luoda useita ja niitä voidaan hyödyntää näkymien luomiseen järjestelmittain. (6, s. 35.) Ennen mallinäköjen luontia on hyvä miettiä, mihin tarkoitukseen niitä käytetään, sillä leikkausnäkömät, tasopiirustukset ja 3D-näkymien ulkoasut ja asetukset saattavat poiketa toisistaan. (11.) Kuvasta 11 näkyy, että valitun mallinäköm on haluttu esittävän vain lämmitysjärjestelmä.



Kuva 11. Mallinäkömä (View template)-valikko

5.6 Korkeasemat ja pilarilinjat (Elevations and Grids)

Korkeasemien ja pilarilinjojen sisällyttämistä lähtötietoaineistoon voidaan harkita lisättävän sen mukaan, minkälaisia rakennusprojekteja yritys tekee (9). Korkeasemat ja pilarilinjatiedot tulevat usein arkkitehdiltä. Jos korkeasemia tai pilarilinjoja on liian vähän, voidaan niitä kopioida linkitetystä arkkitehtipohjasta. Lisättyjä korkeasemia tulee projektista riippumatta olla aina vähintään yksi, jos niille halutaan luoda tasokohtaiset näkymät. (6, s. 683.)

5.7 Luettelot (Schedules)

Revit-ohjelmistossa luettelointia voidaan käyttää apuna projektin hallinnassa. Se helpottaa pysymään perillä siitä, mitä ja minkälaista informaatiota malliin on lisätty. Niitä voidaan hyödyntää muun muassa materiaalien kustannuslaskennassa ja erilaisissa projektin tarvitsemien luetteloiden luomisessa, kuten näkymäluetteloiden. (6, s. 173.) Näkymäluettelot antavat summauksen siitä mitä, projektin näkymät pitävät sisällään. Jos näkymien tietoja olisi tarvetta muuttaa, karsisi luettelo käyttäjältään ison osan ajasta, joka kuluisi näkymien etsimiseen projektihakemistosta ja sen jälkeen niiden tietojen muuttamiseen yksitellen. (6, s. 690.) Luettelot ovat hyödyllisiä varsinkin isoissa projekteissa, joissa eteen saattaa tulla muutoksia useisiin komponentteihin. Tällöin luettelosta

voidaan etsiä kyseiset komponentit ja päivittää niiden informaatio. Luettelon informaatiopäivityksen jälkeen kaikki muutokset tulevat voimaan myös suunnittelunäkymiin, sillä nämä ovat yhteydessä toisiinsa. (6, s. 173.)

5.8 Parametrit (Parameters)

Parametrit ovat yksi tärkeimmistä ominaisuuksista, jotka tekevät Revit-ohjelmistosta niin tehokkaan suunnittelu- ja mallintamistyökalun. Parametrit pitävät sisällään laskennallista dataa, jotka määrittävät elementtien käyttäytymisen mallissa, niiden ulkoasun, toiminnollisuuden ja niiden sisältävän informaation. Parametrit jakautuvat neljään eri parametrityyppiin. Näitä ovat projektiparametrit (Project parameters), jaetut parametrit (shared parameters), perheparametrit (family parameters) ja järjestelmäparametrit (system parameters). (6, s. 137.)

Projektiparametreja käytetään, kun halutaan lisätä mukautettua informaatiota mallin elementteihin. Ne ovat projektikohtaisia, eikä niitä voi käyttää muissa projekteissa. Näitä voidaan käyttää luettelointiin, lajitteluun ja tiedon suodattamiseen. (14.) Jaetut parametrit ovat monikäyttöisimpiä Revit-projektissa. Niiden sisältämä informaatio voidaan jakaa projektien tai perheiden välillä .TXT-tiedostomuodon kautta ja niitä voidaan käyttää luetteloinnissa ja objektien merkitsemisessä. Yrityksellä tulisi olla johdonmukaisuuden kannalta vain yksi jaettujen parametrien tiedosto, joka on kaikkien saatavilla. (6, s. 156–157.) Perheparametrit ovat nimensä mukaisesti perhekohtaisia parametreja eikä niitä voi käyttää muualla. Niitä käytetään perheen mitta- ja materiaalimuuttujien hallintoihin. (14.) Järjestelmäparametrit ovat ohjelmiston kiinteitä parametreja eikä niitä voi muokata eikä poistaa, toisaalta näiden parametrien arvoja voidaan tarvittaessa muokata (6, s. 137).

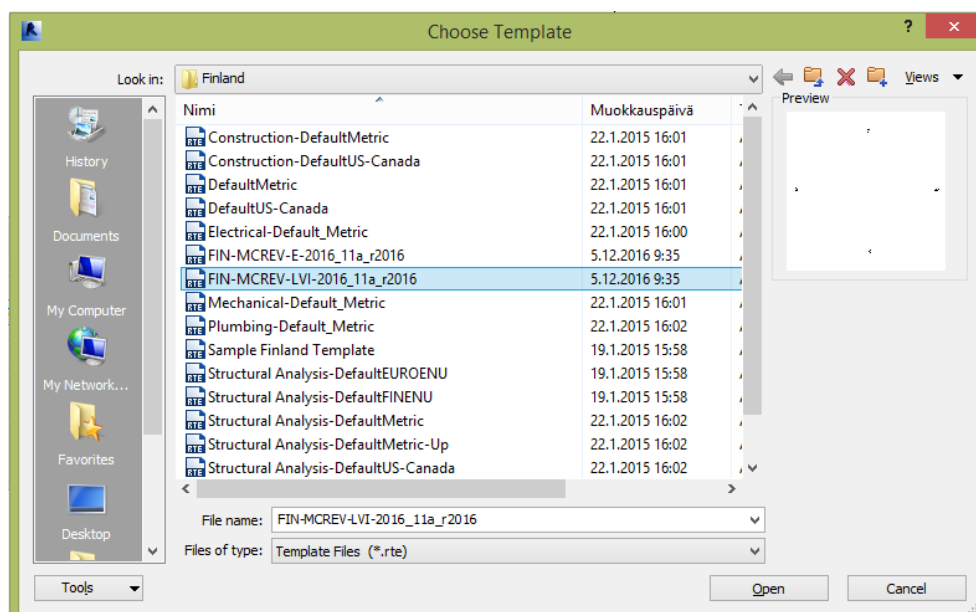
5.9 Viivapaksuudet ja värit (Line weights and colors)

Viivapaksuudet ja värit määrittävät, millä tavalla suunnitelmat tulevat esiintymään fyysisissä tulostuksissa. Viivapaksuudet ja värit asetetaan ilmanvaihto- ja putkijärjestelmitäin. Projektihakemiston kautta valitaan järjestelmä, jota halutaan muokata ja sen jälkeen järjestelmä asetetaan vastaamaan haluttua viivapaksuutta ja väriä. Revit tarjoaa 16 erilaista viivapaksuusvaihtoehtoa, jotka voidaan määrittää suunnitelman skaalauk-

sen mukaan. Tämä mahdollistaa paksumpien viivojen käytön suuriskaalaisissa suunnitelmissa ja näin suunnitelma voidaan esittää selkeämpänä. (6, s. 692–694.)

6 Lähtötietoaineiston luonti

Lähtötietoaineiston eli templatien luominen suoritettiin Revit 2016 - tietomalliohjelmistoon, jonka on tarkoitus palvella käyttäjiään uusissa aloitettavissa projekteissa. Kyseinen versio valikoitui käytettäväksi, sillä se on käytössä Pöyryllä. Tästä eteenpäin lähtötietoaineistoa kutsutaan tässä opinnäytetyössä nimellä template. Templatea tehtiin vuoroin opiskelijalisenssillä ja vuoroin työpaikan omistamalla maksullisilla lisensseillä. Lopullinen lähtötietoaineisto tehtiin kuitenkin maksullisilla lisensseillä, jotta siitä ei aiheudu ongelmia opiskelijalisenssin käytön vuoksi. Revit tarjoaa käyttäjälleen mahdollisuuden valita valmiita mallikappaleita template-tiedostoille tai luoda se täysin alusta asti itse. Tässä työssä käytettiin Progman yrityksen MagiCad-liitännäisen tarjoamaa templatea pohjana oman aineiston luomisessa. Erona tarjottuun ja tyhjäan template-tiedostoon nähden on se, että tyhjä pohja sisältää vain projektin luomisen kannalta välttämättömimmät ominaisuudet. Revit käyttää template-tiedostoille .RTE-tiedostopäätettä. Kuvassa 12 on esitetty Revit-ohjelmiston tarjoamat template-tiedostot ja ulkopuolisesta lähteestä ladattu MagiCad talotekniikan template-tiedosto. Sinisellä pohjalla merkitty template-tiedosto toimii pohjana luomisprosessissa.



Kuva 12. Lista Revit-ohjelmiston tarjoamista template-tiedostoista

6.1 Parametrit

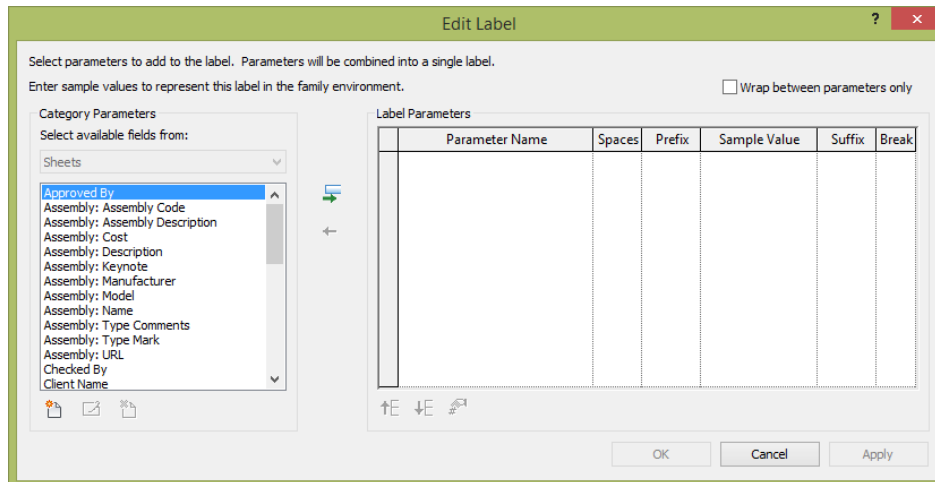
Templateen luotiin mukautettuja parametreja tarpeen mukaan. Jaettuja parametreja jouduttiin luomaan nimiötä ja luetteloita varten ja muutama projektiparametri mukautettua projektihakemistoa varten. Jaettujen parametrien käyttöä selvitetään luvussa 6.2.1 ja projektiparametreista luvussa 6.4.

6.2 Tulostusnäkyvä

6.2.1 Tulostuspohjat

Tulostuspohjat luotiin Pöyryn AutoCad-ohjelmistossa käyttämien objektien pohjalta. Tiedosto tuotiin Revit-ohjelmistoon "Link CAD" -toiminnon avulla, jonka avulla voitiin aloittaa tulostuspohjan muokkaaminen Revit-ohjelmistoon sopivaksi. Tätä varten jouduttiin luomaan uusi Revit-perhe tulostuspohjille, jossa myös muokkaustoimenpiteet tehtiin. Malliin tuotiin tulostuspohjat A0, A1 ja A2 paperiko'oilte ja ne sisälsivät nimiön, revisiotaulukon ja tulostusraamit. Linkki toi AutoCadista pelkästään viiva- ja tekstiobjektit, eli muokattavat tekstikentät nimiöön oli luotava "Label"-toimintojen avulla.

Jotta omanlaisia Label-kenttiä voitiin kehittää, oli niitä varten tehtävä jaettuja parametreja. Revit tekee .txt-tiedoston luoduista jaetuista parametreista. Jaetut parametrit on tuotava luomisen jälkeen projektiin, mikäli kentät halutaan saada muokattaviksi. Kenttiä on mahdollista muokata tulostusnäkyvän ominaisuudet-valikossa (properties) tai suoraan kuvasta. Kummassakin tapauksessa tiedot linkittyvät molempiin kenttiin. Kuvasta 13 nähdään Revit-ohjelmiston tarjoama jaettujen parametrien luettelo.



Kuva 13. Revit-ohjelmiston tarjoamat jaetut parametrit

Nimiö

Nimiö sisältää useimmissa tapauksissa samantyyppistä informaatiota. Projektista riippumatta siinä kerrotaan ainakin suunnittelukohde, piirustuksen skaala, piirustustyyppi ja sen sisältö, revisio, paperikoko sekä piirtäjän, suunnittelijan, tarkastajan ja hyväksyjän nimimerkit sekä päivämäärät. Näille kaikille täytyi luoda omat parametrit, joita käytettiin nimiössä. Tuodessa jaettuja parametreja projektiin täytyy alkuun olla huolellinen siitä missä, järjestyksessä ja vaiheessa jaetut parametrit lisää, sillä järjestystä ei pysty myöhemmin muuttamaan. Lisäsjärjestyksellä on vaikutus muun muassa parametrien esiintymiseen tulostusnäkyvien properties-valikossa. Kuvassa 14 näkyy epäjohdonmukaisuus, joka johtuu parametrien lisäyksestä jälkikäteen.

New no. 1	
Old no. 1	
Old no. 2	
New no. 2	
No. 2	
No. 1	

Kuva 14. Epäjohdonmukaisuus tulostusnäkyvän properties-valikossa

Revisiotaulukko

Revisiotaulukko luotiin käyttämällä revisiotaulukkoluettelo (revision schedule). Taulukossa käytettävien sarakkeiden määrä ja nimet oli rajoitettu Revitin tarjoamiin vaihtoehtoihin. Tästä syystä revisiotaulukon luonnissa jouduttiin käyttämään valmiiksi tarjottuja nimivaihtoehtoja ja muuttamaan nimi tarvittaessa manuaalisesti revisiotaulukoon. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että revisioita luodessa Revit kysyy nimeä esimerkiksi kohtaan "Issued to", vaikka kohta on muutettu manuaalisesti "Approved"-nimiseksi. Nimet ovat siis eriävät, mutta tiedot välittyvät silti keskenään. Kuvasta 15 voidaan huomata nimieroavaisuudet tulostuspohjassa olevan revisiotaulukon ja revision tiedonsyötön välillä.

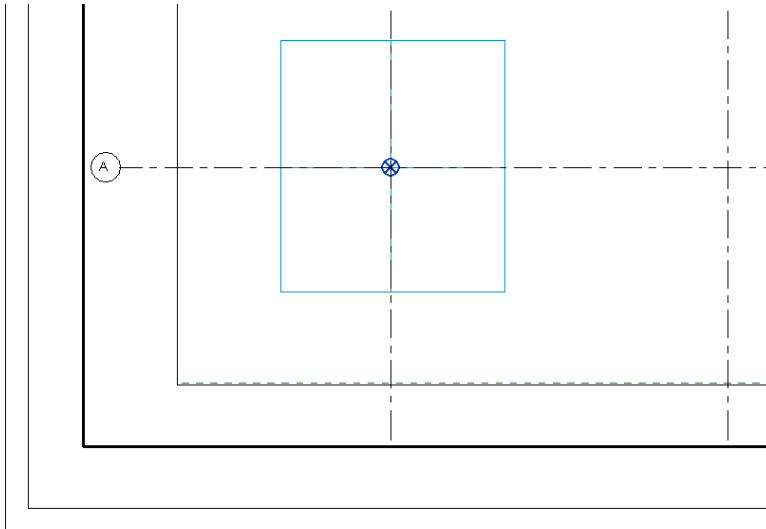
Mark	No.	Date	Name	Approved	Description
A	1	xx	xx	xx	Change 1
B	2	xx	xx	xx	Change 2
C	3	xx	xx	xx	Change 3
D	4	xx	xx	xx	Change 4
E	5	xx	xx	xx	Change 5

Sequen	Numbering	Date	Description	Issued	Issued to	Issued by
1	Alphanu	xx	Change 1	<input type="checkbox"/>	xx	xx
2	Alphanu	xx	Change 2	<input type="checkbox"/>	xx	xx
3	Alphanu	xx	Change 3	<input type="checkbox"/>	xx	xx
4	Alphanu	xx	Change 4	<input type="checkbox"/>	xx	xx
5	Alphanu	xx	Change 5	<input type="checkbox"/>	xx	xx

Kuva 15. Revisiotaulukon tietosisältöesimerkki

6.2.2 Opasruudukko

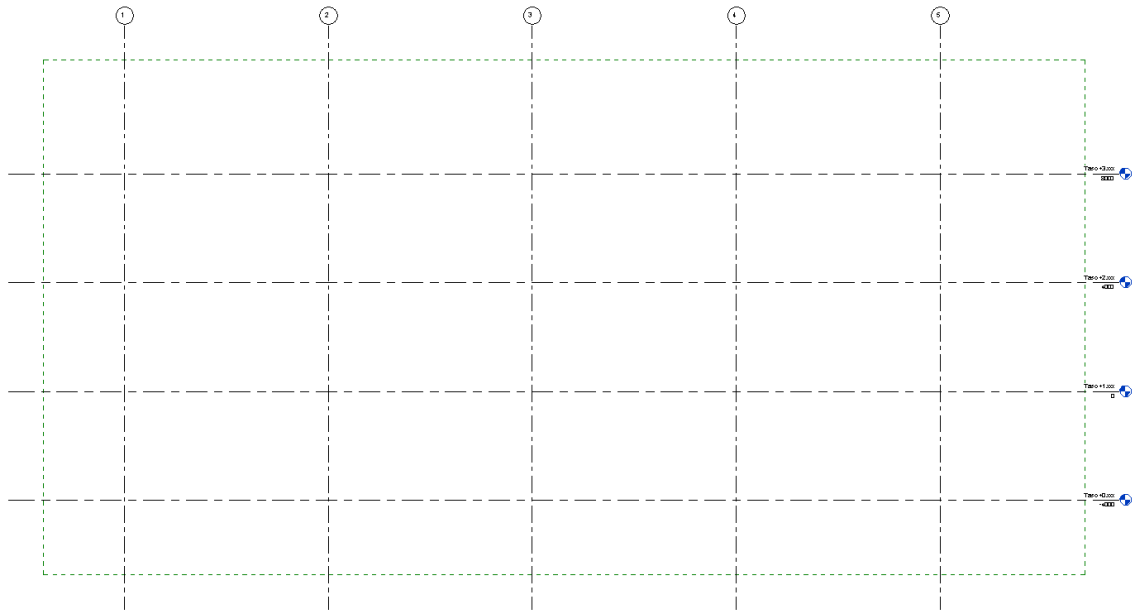
Opasruudukon sisällyttäminen nähtiin tarpeellisena lisäyksenä template-tiedostoon, sillä asiakkaalle lähtevien dokumenttien siisti ulkoasu on osa myyntiä. Se tulee tarpeelliseksi silloin, kun tulostuksista halutaan saada yhteneväisiä muihin tulostuksiin nähden. Ruudukko asetettiin yhteen tulostusnäkömään, josta sitä voi tarvittaessa hyödyntää. Halutessaan tulostusnäkyville useita erilaisia ulkoasuja tulee opasruudukkoja luoda suunnittelun edetessä lisää. Kuvassa 16 on esitetty havainnollistus opasruudukon käytöstä tulostusnäkyssä.



Kuva 16. Opasruudukko tulostusnäkyessä

6.3 Tasot ja pilarilinjat

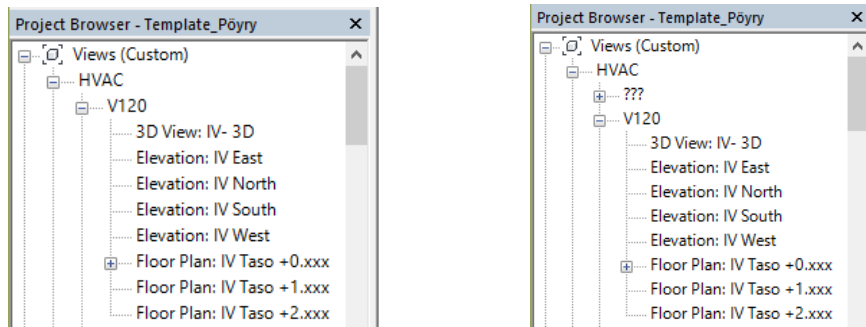
Tasojen ja pilarilinjojen määrä pyrittiin pitämään vähäisenä Revitin mahdollistamien ominaisuuksien vuoksi. On turhaa luoda template-tiedostoon liikaa tasoja tai pilarilinjoja, sillä linkitetystä arkkitehtipohjasta on mahdollista kopioida tarvittavat tasot ja pilarilinjat suoraan omaan malliin. Kun kopioidaan linkitetystä arkkitehtipohjasta, ne tulevat myös automaattisesti monitoroiduiksi, eli mallintaja saa aina tiedon, mikäli monitoroitujen komponenttien sijaintitiedot tai ominaisuudet ovat muuttuneet. Taso- ja pilarilinjojen hallinnointia varten käytettiin scopebox-toimintoa. Scopebox hallinnoi näkymissä sijaitsevien linjojen pituuksia globaalisti. Tämä tarkoittaa sitä, että linjojen pituuksia ei tarvitse hallinnoida näkymäkohtaisesti. Kun scopebox on määritetty yhdessä kuvassa sopivaksi, linjapituudet välittyvät jokaiseen näkymään. Kuvassa 17 näkyy scopebox vihreällä katkoviivalla tasoleikkauskuvassa, ja se hallinnoi linjojen pituuksia.



Kuva 17. Scopebox tasoleikkauskuvassa

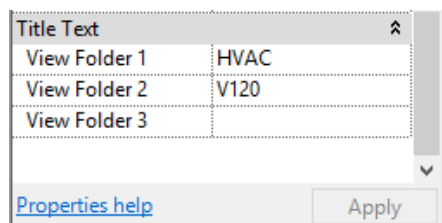
6.4 Projektihakemisto

Projektihakemisto rakennettiin mukautetusti Pöyryn nimeämiskäytännön perusteella. Tähän tulokseen päädyttiin sen vuoksi, että kansiorakenne olisi mahdollisimman tuttu työntekijöille. Pöyry käyttää omaa kirjain-numerokoodiyhdistelmää, jolla yksilöidään kukin järjestelmä ja piirustustyyppi. Mukautetun projektihakemiston rakentaminen vaatii projektiparametrien luontia, joiden avulla pystytään hakemisto järjestämään. Sen käyttö tulee vaatimaan käyttäjien ohjeistusta siitä, miten sitä tulisi käyttää, sillä jokainen luotu uusi näkymä on sijoitettava oikean ryhmän alle. Mikäli ryhmittelyä ei tehdä, luodut näkymät sijoitetaan projektihakemistoon kolmen kysymysmerkin alle. Tällä toimintatavalla on hyvät sekä huonot puolet. Huonoina puolina voidaan todeta, että tämä toimintatapa vaatii käyttäjältä tietoisuutta siitä, miten näkymien kanssa täytyy toimia. Hyvät puolet ovat siinä, että kysymysmerkkien alaisia näkymiä voidaan pitää väliaikaisnäkyminä, jotka voidaan halutessaan poistaa aika ajoin. Tämä menetelmä pitää tärkeiden näkymien sijainnin selkeämpänä. Kuvassa 18 on havainnollistus projektihakemistosta, jossa kaikille näkyville ei ole määritelty ryhmää ja jossa kaikille on määritelty ryhmät.



Kuva 18. Havainnekuva mukautetusta projektihakemistosta

Mukautettu projektihakemisto rakennettiin luotuja projektiparametreja hyödyntäen. Luodut projektiparametrit esiintyvät näkymien properties-valikossa View folder -nimellä, siten kuin ne on luotu parametreihin. Näihin kohtiin tulee syöttää näkymän ryhmittelytiedot mikäli haluaa käyttää mukautettua projektihakemistorakennetta. View Folder 1 määrittää pääkansion, jossa muut luodut kansiot sijaitsevat, kuten esimerkiksi View Folder 1 ja 2. Kuvassa 19 voidaan nähdä näkymien ryhmittely mukautettuun projektihakemistoon.



Kuva 19. Projektiparametrien esiintyminen näkymien properties-valikossa

6.5 Mallinäkmät

Mallinäkymien luomisessa käytettiin apuna Progman yrityksen luomaa MagiCad-templatea Revit-ohjelmistoa varten. Template sisälsi valmiiksi luotuja mallinäkymiä, joita muokattiin Pöyryn tarpeiden mukaisiksi. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että jokaiselle järjestelmälle luotiin omat mallinäkmät, joita voidaan käyttää työskentelypohjissa. Tämä mahdollistaa kunkin järjestelmän mallintamisen omassa näkymässään. Kullekin mallinäkymälle voidaan luoda uniikit asetukset. Asetukset määrittävät, mitä osa-alueita mallinäkymä hallinnoi ja mitkä ovat vapaasti muokattavissa. Mallinäkymiä tehdessä on hyvä miettiä, minkälaista näkymätyyppiä kuva edustaa, esimerkiksi 3D-näkymien ja tasonäkymien asetusten ulkoasu voivat poiketa paljonkin toisistaan. Poikkeavia omi-

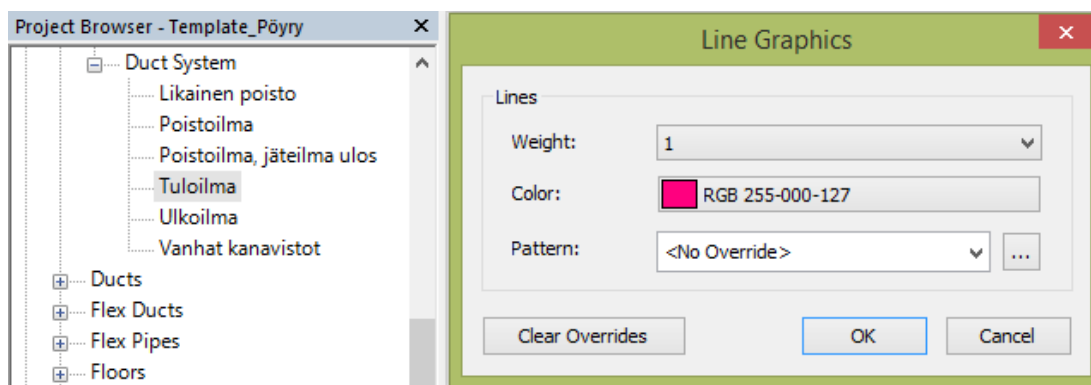
naisuuksia voivat olla muun muassa eriävät ulkoasu ja suunnitelman yksityiskohtien määrä. Mitä vähemmän kuvassa on ylimääräistä tavaraa, sitä suorituskykyisempi se on. Valmiiden mallinäkömien toimivuus on hyvä tarkistaa tarvittavilla järjestelmäobjekteilla ennen varauksetonta käyttöä. Kuvassa 20 on esitetty luodut mallinäkömät.



Kuva 20. Mallinäkömät järjestelmittäin

6.6 Viivapaksuudet ja värit

Viivapaksuudet ja niiden värikoodit katsottiin Yleisten tietomallivaatimusten 2012 osasta 4, jossa liitteessä 2 on kullekin järjestelmälle määrätyt värit ja viivapaksuudet. Revit käyttää RGB-värijärjestelmää, kun taas yleisissä tietomallivaatimuksissa värit on ilmoitettu Acad-väreinä. Värikoodeja voidaan kuitenkin vertailla keskenään. MagiCad-templaten värikoodit tarkastettiin ja todettiin RGB-värien vastaavan Acad-värejä. Viivapaksuudet määritettiin luomalla omat viivapaksuustyyppit ja linkitettiin niihin järjestelmiin jossa kutakin viivapaksuustyyppiä haluttiin käytettävän. Kuvassa 21 nähdään, että väri esitetään RGB-muodossa, joka vastaa tässä tapauksessa acad 230 -väriä. Viivapaksuus määräytyy viivatyyppipaksuuden 1 mukaan, joka on asetuksista määritetty 0,5 mm paksuiseksi skaalalla 1:50 ja 1:100.



Kuva 21. Järjestelmien viivapaksuudet ja värit

6.7 Komponenttien, kanavien ja putkien merkitseminen

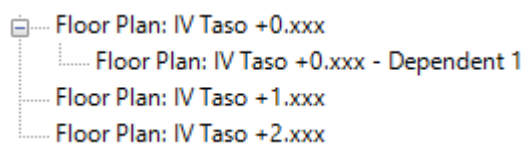
MagiCad-template ei tarjonnut tarvittavan kattavia vaihtoehtoja kanavien ja putkien merkitsemiselle. Tämä tarkoitti sitä, että merkinnät täytyi luoda itse. Merkitsemiseen käytettiin tapaa, jolla aikaisempia projekteja on merkitty AutoCad-ohjelmistolla. Merkin­nät tulevat Revit-perheistä, ja näin ollen mukautettujen merkintöjen tekeminen vaatii oman Revit-perheen luomista. Revit-perheessä joutui luomaan label-kenttiä, jotka käytävät jaettuja parametreja. Tässä tapauksessa jaettu parametreja käytetään label-kentässä muun muassa putkikoon, virtaaman, materiaalin, eristeluokan tai putken kor­kotiedon esittämiseen. Kunkin jaetun parametrin eteen (Prefix) ja jälkeen (Suffix) on mahdollista lisätä lisäinformaatiota parametriin liittyen. Kanavistolle ja putkistoille luotiin kaksi erilaista merkintävaihtoehtoa, joita voidaan hyödyntää projektin alkuvaiheessa. Kuvassa 22 on esimerkki label-kenttään sisällytetyistä jaetuista parametreista.

Label Parameters						
	Parameter Name	Spaces	Prefix	Sample Value	Suffix	Break
1	Size	1		Ø123		<input checked="" type="checkbox"/>
2	Top Elevation	1	+	Top Elevation		<input type="checkbox"/>

Kuva 22. Label-parametrit

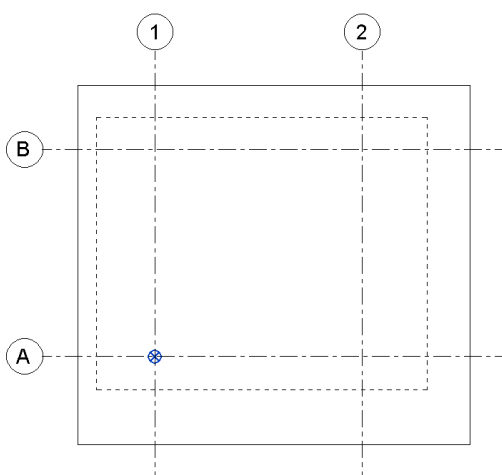
6.8 Näkymät

Kullekin järjestelmälle (lämmitys, ilmanvaihto, vesi- ja viemäri ja jäähdytys) luotiin omat taso- ja 3D-näkymät suunnittelua varten. Objektien näkyvyys näillä tasoilla on asetettu mallinäkömien hallinnoimaksi. Näin ollen lämmitys näyttää vain lämmityskomponentit ja lämmityspotket ja jäähdytys jäähdytyskomponentit ja jäähdytysputket ja niin edelleen. Yrityksen suunnitelmien pohjautuessa pääasiassa suuriin teollisuusprojekteihin päätettiin templateen sisällyttää kullekin järjestelmälle ja kunkin järjestelmän yhdelle tasolle yksi isäntänäköymästä riippuvainen näkymä (dependent view). Kuvassa 23 on havain­nollistettu riippuvaista näkymää järjestelmäkohtaisesti projektihakemiston avulla.



Kuva 23. Ilmanvaihtojärjestelmän riippuvainen näkymä projektihakemistossa

Riippuvainen näkymä tulee tarpeelliseksi silloin, kun tasonäkymä on niin suuri, että se ei mahdu yhdelle tulostusarkille. Jos projektissa käytetään esimerkiksi lohkojakoa, voidaan näitä luoda esimerkiksi lohkoakohtaisesti. Yrityksen projekteille luonteelle ominaisesti suunnittelunäkymät asetettiin mittakaavaan 1:50. Suunnittelunäkymissä päädyttiin esittämään projektin peruspiste (project base point), joka on oletuksena koordinaatistossa pisteessä 0, 0, 0. Usein suunnitelmia yhdisteltäessä eri suunnitteluohjelmistojen välillä on peruspisteiden hyvä olla kohdakkain ongelmatilanteiden välttämiseksi. Kuvassa 24 on esitetty riippuvaisen näkymän esiintyminen katkoviivana tasonäkymässä sekä peruspiste.



Kuva 24. Riippuvainen näkymä ja peruspiste

Aloituskäyttö lisättiin ajansäästö syiden vuoksi. Mikäli mallia täytyy päästä tarkastamaan tai muokkaamaan nopeasti, on hyvä, että ohjelma avaa kaikista kevyimmän näkymän. Aloitusnäköön ei kuitenkaan nähty tarpeelliseksi tässä vaiheessa lisätä min-käänlaista informaatiota.

6.9 Luettelot

Luetteloiden tarve painottui templatessa projektin hallintaan sekä mahdollisten kustannusarvioiden tekemiseen luetteloiden avulla. Projektin hallinnoimisessa auttavat luettelot antavat tietoa mallin sisällöstä. Yksi näihin lukeutuva luettelo oli muun muassa näkymäluettelo, joka antaa nopean katsauksen siitä mitä kukin näkymä pitää sisällään. Luettelot pyrittiin pitämään yksinkertaisina, jotta niitä voidaan käyttää pohjana ja apuna kaikenlaisissa projekteissa jo aikaisessa vaiheessa. Kuvassa 25 on yksinkertaistettu versio näkymäluettelosta ja sen sisällöstä.

A	B	C	D
View Folder 2	View Name	Detail Level	Scale Value 1:
V120	IV East	Fine	50
V120	IV North	Fine	50
V120	IV South	Fine	50
V120	IV Taso +0.xxx	Fine	50
V120	IV Taso +0.xxx - Dependent 1	Fine	50
V120	IV Taso +1.xxx	Fine	50
V120	IV Taso +2.xxx	Fine	50
V120	IV West	Fine	50
V120	IV- 3D	Fine	100

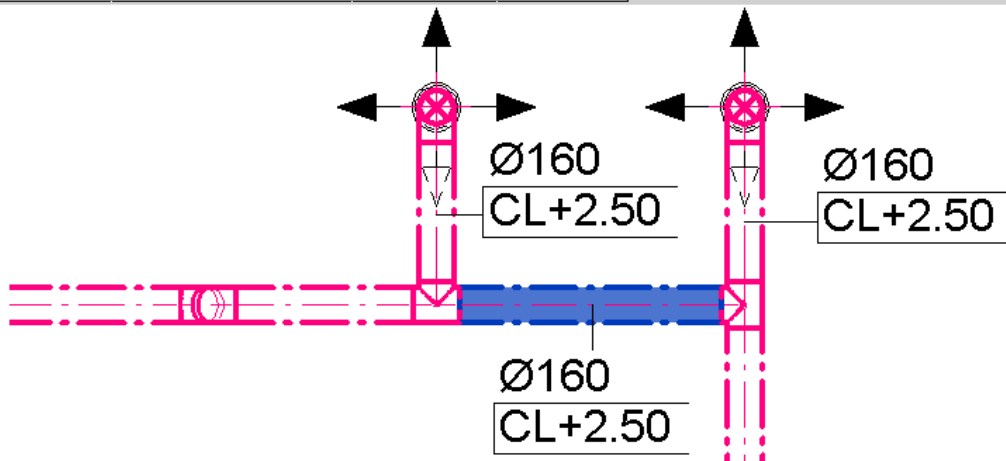
Kuva 25. Esimerkki näkymäluettelosta

Kanavisto- ja kanavaosa- sekä päätelaiteluettelot jouduttiin luomaan Revit-ohjelmiston asettamien rajoitusten vuoksi erillisinä luetteloina. Luetteloita pystyy siirtämään Exceeliin, jossa nämä luettelot on mahdollista yhdistää tarpeen vaatiessa. Luettelot rakennettiin mahdollinen kustannuslaskenta silmällä pitäen. Tämä tarkoitti muun muassa kanavakokojen, kanavapituuksien, kanavaosamäärien ja eristeiden erittelyä sekä yhteen laskentaa. Kuvassa 26 on esimerkki kanavaluettelosta, kanavaosaluettelosta ja esimerkkikanavistosta, joiden avulla voidaan havainnollistaa luetteloiden yhteyttä malliin. Luettelosta on valittu halkaisijaltaan 160 mm oleva kanava, jossa virtaa ilmaa 50 litraa sekunnissa. Valittu osa näytetään automaattisesti mallissa, kun osa on valittu luettelosta.

<V120 Kanavaluettelo>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
System Type	Description	Size	Diameter	Flow	Velocity	Insulation Type	Insulation Thickness	Length
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	25 L/s	1.2 m/s		0 mm	0.76 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	25 L/s	1.2 m/s		0 mm	1.06 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	25 L/s	1.2 m/s		0 mm	1.06 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	25 L/s	1.2 m/s		0 mm	0.64 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	25 L/s	1.2 m/s		0 mm	1.70 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	25 L/s	1.2 m/s		0 mm	0.64 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	50 L/s	2.5 m/s		0 mm	1.19 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	75 L/s	3.7 m/s		0 mm	0.80 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	75 L/s	3.7 m/s		0 mm	0.04 m
Tuloilma	Pyöreät kanavat	Ø160	160	75 L/s	3.7 m/s		0 mm	1.05 m
								8.94 m

<V120 Kanavaosaluettelo>					
A	B	C	D	E	F
System Type	System Abbreviati	Description	Duct fitting angle	Size	Count
Tuloilma	T	Käyrä	45.00°	Ø160-Ø160	2
Tuloilma	T	Käyrä	90.00°	Ø160-Ø160	3
Tuloilma	T	T-Haara		Ø160-Ø160-Ø160	2

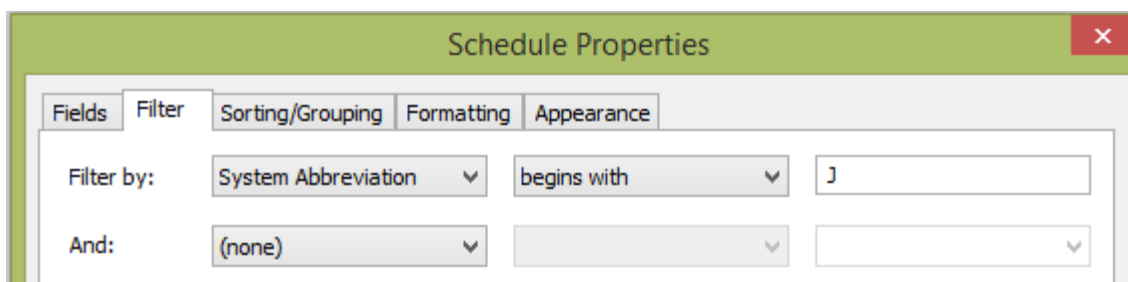
<V120 Päätelaiteluettelo>			
A	B	C	D
System Type	Tuotekoodi	kpl	Flow
Tuloilma	KTI-160	1	25 L/s
Tuloilma	KTI-160	1	25 L/s
Tuloilma	KTI-160	1	25 L/s



Kuva 26. Esimerkkiluetteloiden yhteys malliin

Luetteloiden luomisprosessin aikana jouduttiin tekemään muutoksia muun muassa kanavaperheisiin, joihin lisättiin jaettu parametri käyrien kulmatiedolle. Lisäksi kanavaosien selitys (Description) osioon lisättiin selitykset kullekin kanava-osalle, jotta luetteloa olisi helpompi tulkita. Ilmanvaihdon luetteloiden käyttö vaatii samojen kanavasarjojen (Duct series) käyttöä, joilla luettelot on määritetty. Käytettäessä eri kanavasarjoja mallissa täytyy sen sarjan kanavaperheeseen lisätä myös jaettu parametri käyrien kulmatiedolle sekä tehdä muutokset selitysosioihin.

Lämmitys-, jäähdytys-, sekä vesi- ja viemärijärjestelmille tehtiin kullekin omat määräluettelot. Teollisuudessa käytetään useita eri putkimateriaaleja ja näin ollen kunkin järjestelmän luettelot pyrittiin järjestämään putkimateriaalien mukaan. Jotta putkijärjestelmät saatiin eroteltua toisistaan, täytyi luetteloille määrittää suodatusasetukset. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että suodatusasetuksiin määritettiin ehtoja. Ehdot määritettiin järjestelmälyhenteestä (system abbreviation) riippuvaiseksi. Kuvassa 27 on esitetty tapa, jonka avulla luettelo saadaan näyttämään vain jäähdytysjärjestelmien putket. Tapa toimii niin kauan kuin kunkin järjestelmän lyhenteet alkavat eri kirjaimilla. Järjestelmien alkaessa samalla alkukirjaimella voidaan ehtoa tarkentaa.



Kuva 27. Putkijärjestelmäluetteloiden suodattaminen

6.10 Datasets

Dataset-tiedostoa voitaisiin verrata AutoCad-ohjelmiston MagiCad-liitännäisen projekti-tiedostoon. Se sisältää materiaalikirjastot ja mitoitusperusteet. Materiaalikirjastoon pystyy lisäämään komponentteja ja kanava- sekä putkisarjoja, joita pystytään hyödyntämään projektissa. Mikäli haluttua komponenttia ei löydy valmiiksi määritellystä datasetistä, sitä pystytään etsimään MagiCad-liitännäisen online-tuotekirjastosta. Tuotekirjasto koostuu useiden eri valmistajien komponenteista. Työssä käytettiin pohjana MagiCadin tarjoamaa FIN-MCREV-LVI-2015_04a_r2015.mrv dataset-tiedostoa.

Dataset-tiedostoa muokattiin lähinnä materiaalikirjastojen osalta ja tuotevalintojen perusteena oli niiden soveltuvuus teollisuusilmanvaihdon tarpeisiin. Tämä tarkoitti komponenttien valintoja, jotka pystyvät kuljettamaan mahdollisimman suuria ilmamääriä. Usea kohde sisältää kuitenkin henkilöstötiloja, jotka käyttävät maltillisempia ilmamääriä, mikä puolestaan johti myös tavanomaisempien päätelaitteiden valintaan.

7 Yhteenveto

Revit-ohjelmiston käyttöönotto tulee vaatimaan koordinoitua arkkitehtien kanssa, ja heidän kanssaan tulee sopia, missä ajan tasalla olevia malleja tullaan säilyttämään. Verkkolevyllä on asetettava kaikki mallitieto, ja sinne tulee olla pääsy kaikille henkilöille, joiden suunnittelu pohjautuu mallin sisällön hyödyntämiseen. Näin voidaan olla varmoja siitä, että kaikilla osapuolilla on käytössään ajantasaiset kuvat.

Arkkitehti- ja rakennemallin linkitys projektin aloittamisen yhteydessä vaatii esivalmisteluja siltä varalta, että rakennetut mallit tulevat olemaan yhteensopivia muiden piirustuksien kanssa. Käytännössä tämä tarkoittaa sopimista tietyistä asioista muiden suunnittelijoiden kanssa, jotka luovat mallia. Projektin peruspisteen sijainti tulee olla sovittuna ennen kuin aloitetaan mallinnus. Myöhemmässä vaiheessa, kun aletaan sovittamaan mahdollisesti IFC-malleja yhteen, on äärimmäisen tärkeää, että mallinnus on toteutettu oikeassa kohtaa koordinaatistoa. Mikäli malleja on tehty eri peruspisteen koordinaateilla, eivät mallit tule yhtymään. Kun malli on linkitetty, tulee tasot kohdistaa oikeille koroille ja tarvittaessa kopioida linkitetystä mallista puuttuvat tasot. Linkitetyn mallin näkyvyytiedoista voidaan kopioinnin jälkeen piilottaa linkitetyn mallin pilarilinjat ja tasot. Myös merkintöjen pohjoinen, itä, etelä ja länsi (north, east, south, west) sijainnit on syytä tarkastaa kuvasta, jotta nämä osoittavat linkitettyä kuvaa kohti asiaan kuuluvista ilmansuunnista.

Templaten luomisprosessi ei tule jäämään tähän opinnäytetyöhön, vaan sitä tullaan kehittämään tulevaisuudessa tehokkaammaksi ja mahdollisesti käyttäjäystävällisemmäksi. Kehitys tulee aluksi perustumaan pilottiprojektiin, joka templatella tullaan tekemään. Pilottiprojektin aikana tullaan analysoimaan sisällön toimivuutta ja käytettävyyttä. Template saattaa tulla vaatimaan ohjeistusta käyttäjilleen tai ainakin lyhyttä selostusta siitä, miten sisällytettyjä ratkaisuja on ajateltu käytettävän. Revit-ohjelmiston vähäinen käyttö saattaa ilmetä templatessa jossain määrin, mutta niitä tullaan korjaamaan tietämyksen karttuessa ohjelmistosta.

Lähteet

- 1 Tietomallinnus. Verkkodokumentti. RIL. <<http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>> Luettu 3.1.2017
- 2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. 2012. RT 10-11066. Helsinki: Rakennustieto
- 3 Macleamy Patrick. 2004. The Effort Curve. Verkkodokumentti. HOK. <<http://www.hok.com/thought-leadership/patrick-macleamy-on-the-future-of-the-building-industry/>> Luettu 18.3.2017.
- 4 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. RT 10-11066. Helsinki: Rakennustieto
- 5 Autodesk Revit 2016 Help. 2016. Verkkodokumentti. Autodesk. <<http://help.autodesk.com/view/RVT/2016/ENU/?guid=GUID-6DDC1D52-E847-4835-8F9A-466531E5FD29>> Luettu 20.1.2017
- 6 Whitbread, Simon. 2016. Mastering Autodesk Revit MEP 2016.
- 7 Aubin, Paul F. 2016. Revit Worksharing: Management. Opetusvideo. Verkkodokumentti. <<https://www.lynda.com/Revit-tutorials/Revit-Worksharing-Management/435129-2.html>> Luettu 5.1.2017
- 8 Bryant, Shaun. 2016. Cert perp: Revit Architecture certified professional. Opetusvideo. Verkkodokumentti. <<https://www.lynda.com/Revit-tutorials/Copying-monitoring-elements/486812/520052-4.html>> Luettu 5.1.2017.
- 9 Aubin, Paul F. 2014. Creating Revit templates: Annotation. Opetusvideo. Verkkodokumentti <<https://www.lynda.com/Revit-Architecture-tutorials/Creating-Revit-Templates-Annotation/181723-2.html>> Luettu 27.12.2016
- 10 Aubin, Paul F. 2014. Creating Revit Templates: System Settings. Opetusvideo. Verkkodokumentti <<https://www.lynda.com/Revit-Architecture-tutorials/Why-system-settings-important/181725/364910-4.html#tab>> Luettu 27.12.2016
- 11 Aubin, Paul F. 2014. Creating Revit templates: Views and Sheets. Opetusvideo. Verkkodokumentti <<https://www.lynda.com/Revit-Architecture-tutorials/Creating-Revit-Templates-Views-Sheets/181726-2.html>> Luettu 27.12.2016
- 12 Aubin, Paul F. 2016. Aligning views with guide grid. Opetusvideo. Verkkodokumentti <<https://www.lynda.com/Revit-tutorials/Aligning-views-guide-grid/437289/491525-4.html#tab>> Luettu 8.2.2017

- 13 Autodesk Revit 2016 Help. 2016. Verkkodokumentti. Autodesk.
<<http://help.autodesk.com/view/RVT/2016/ENU/?guid=GUID-C3B5FB82-3247-48F6-82F0-73011A0F8027>> Luettu 19.1.2017
- 14 Autodesk Revit 2016 Help. 2016. Verkkodokumentti. Autodesk.
<<http://help.autodesk.com/view/RVT/2016/ENU/?guid=GUID-AEBA08ED-BDF1-4E59-825A-BF9E4A871CF5>> Luettu 20.1.2017
- 15 Doherty, Gavin. 2014. Introducing MagiCAD: The BIM-ready MEP software for AutoCAD and Revit. Verkkodokumentti.
<<http://bimcrunch.com/2014/02/introducing-magicad-the-bim-ready-mep-software-for-autocad-and-revit/>> Luettu 1.2.2017
- 16 MagiCad for Revit MEP. Koulutusmateriaali. MagiCAD for Revit MEP.