



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Jani Haapanen

# Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönotto LVI-suunnittelutoimistossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinööriytyö

30.04.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jani Haapanen Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönotto LVI-suunnittelu- toimistossa 33 sivua + 2 liitettä 30.04.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	yliopettaja Lauri Heikkinen LVI-projektipäällikkö Jani Leppiniemi
<p>Insinööriyössä valmisteltiin Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönotto LVI-suunnittelutoimistossa ja luotiin valmiudet osastomme pilottihanketta varten tarkastelemalla käyttöönottoa edeltäviä toimenpiteitä, kustannuksia ja muita tarvittavia valmisteluja. Työssä analysoitiin tulevaisuuden näkymiä ja nykyistä tilannetta käytössä olevilla suunnitteluohjelmistoilla, AutoCADillä ja MagiCAD for AutoCADillä, sekä vertailtiin niitä käyttöönotettavaan ohjelmistoon.</p> <p>Työssä valmisteltiin uusien projektien luonnissa käytettävät aloitustiedostot, joka Revitin puolella on mallipohja ja MagiCAD for Revitin puolella tietoaineisto. Aloitustiedostojen ja ohjelmien käyttöönottoa edeltävien toimenpiteiden valmistelussa pyrittiin samankaltaisuuden yrityksemme nykyisin käytössä olevien suunnitteluohjelmien kanssa käyttöönoton helpottamiseksi. Lisäksi työssä selvitettiin ohjelmien käyttöönotosta koituvia kustannuksia ja verrattiin niitä nykytilanteeseen.</p> <p>Revitissä ja MagiCAD for Revitissä käytettävien aloitustiedostojen avulla saadaan tehostettua uusien projektien luontia, koska osa asetuksista on tällöin valmiina, eikä jokaisen uuden projektin kohdalla tarvitse tehdä samoja aloitustoimenpiteitä uudelleen. Aloitustiedostoilla saadaan lisäksi vakioitua projektien rakennetta ja niiden asetuksia, mikä selkeyttää ja helpottaa ohjelmien käyttöä yrityksen sisällä. Ohjelmien ja käyttöönottoon liittyvien kustannusten tarkastelun avulla saatiin käsitys ohjelmistoon siirtymisestä koituvista kustannuksista, mikä mahdollistaa valmistautumisen ja vertailun nykytilanteeseen.</p> <p>Ohjelmistojen käyttöön valmistautuminen tehostaa niiden käyttöönottoa ja mahdollistaa siirtymävaiheessa ohjelmien käytön aloittamisen suoraan oikean projektin parissa. Valmistautuminen myös vähentää mahdollisia siirtymisessä ilmaantuvia ongelmatilanteita, joita halutaan välttää oikeissa projekteissa. Valmistautumisen tarkoituksena on myös helpottaa ohjelmien käyttöönottoa työntekijöiden näkökulmasta, koska ohjelmistoympäristö on varsin erilainen nykyisin käytössä oleviin ohjelmistoihin verrattuna.</p>	
Avainsanat	Revit, MagiCAD for Revit, tietomalli, käyttöönotto

Author Title Number of Pages Date	Jani Haapanen Adoption of Revit and MagiCAD for Revit in HVAC Design Company 33 pages + 2 appendices 30 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Design
Instructors	Lauri Heikkinen, Principal Lecturer Jani Leppiniemi, Project Manager
<p>This thesis aimed at preparing a pilot project for an HVAC design company to adopt Revit and MagiCAD for Revit by examining the influencing factors, such as costs and required preparations. Furthermore, the future of HVAC design was analysed and the results compared to both the presently used software, AutoCAD and MagiCAD for AutoCAD, and to the programs in adoption.</p> <p>The final year project included the preparation of files for new projects, Template in Revit and Dataset in MagiCAD for Revit. To make the transition easier, these files were to be similar to the files currently used. Costs caused by the transition were also determined and compared to the present costs.</p> <p>The preparation of the files for new projects with pre-set settings allowing the standardization of projects and settings succeeded in making the creation of new projects more efficient. Information about the programs and adoption costs prepared the company and enabled a comparison with the current situation.</p> <p>The preparations make the transition process more efficient and allow the software to be used directly with a new project. This reduces possible transition problems, undesirable in a real project. The preparations make it is easier for the users to start using the programmes with a user interface different from that of the programs currently in use.</p>	
Keywords	Revit, MagiCAD for Revit, BIM, adoption

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Taustatietoa	2
2.1	AutoCAD	2
2.2	MagiCAD for AutoCAD	2
2.3	Revit	3
2.4	MagiCAD for Revit	3
3	Nykytilanteen analyysi	4
3.1	Käytössä olevan suunnitteluohjelmiston kulmakivet	4
3.2	Tietomallinnus	5
4	Revitin ja MagiCAD for Revitin mahdollisuudet	8
4.1	Revit-projekti	8
4.2	Tietomallinnus	10
4.3	Yhteistyö suunnittelijoiden välillä	11
5	Käyttöönnoton valmistelut	14
5.1	Työasema	14
5.2	Mallipohja ( <i>Template</i> )	16
5.2.1	Korkeusasemat	17
5.2.2	Näkymäasetukset	18
5.2.3	Näkymät	21
5.2.4	Parametrit	22
5.3	Tietoaineisto ( <i>Dataset</i> )	24
5.4	Kansiorakenne	26
6	Kustannustarkastelu	28
6.1	Ohjelmistolisenssien kustannusvertailu	28
6.2	Muut kustannukset	30

7	Yhteenveto	31
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. Nykytilanteen analyysi – Haastattelun runko	
	Liite 2. Revit ja MagiCAD for Revit – Haastattelun runko	

## Lyhenteet

2D	Kaksiulotteinen
3D	Kolmiulotteinen
CAD	<i>Computer Aided Design</i> , tietokoneavusteinen suunnittelu
DWG	Tiedostopääte AutoCAD-piirustuksille
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i> , tietomalli
LVI	Lämpö, vesi ja ilma
LVIAS	Lämpö, vesi, ilma, automaatio ja sähkö
LVIS	Lämpö, vesi, ilma ja sähkö

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteina oli syventyä Revit- ja MagiCAD for Revit -suunnitteluohjelmien käyttöön ja rakenteeseen, tehdä ohjelmien käyttöönotosta mahdollisimman helppoa ja luoda valmiudet osastomme Revit-pilottihanketta varten. Työn aihe valikoitui yrityksemme Espoon LVI2-osastolla aikaisemmin tehdyn alustavan selvityksen pohjalta, jossa selvitettiin Revitin ja MagiCAD for Revitin soveltuvuutta LVI-suunnitteluun. Tulevaisuuden näkymät johtavat koko ajan enemmän tietomallintamisen hyödyntämiseen niin rakentamis- kuin suunnitteluvaiheessa, mihin Revit tarjoaa melko hyvät puitteet. Lisäksi Revitin käyttö hankkeiden suunnitteluohjelmiana nousee yhä selkeämmin urakkatarjouspyynnöissä esille, minkä takia opinnäytetyön tarkoitus on valmistautua ohjelmien mahdolliseen käyttöönottoon ja lisäksi valmistella uusien projektien luonnissa käytettävät aloitustiedostot mallipohja (*Template*) sekä tietoaaineisto (*Dataset*).

Opinnäytetyö toteutettiin talo- ja infrarakentamisen suunnittelu- ja konsultointialanyritykselle nimeltä *Sitowise*, joka tällä hetkellä työllistää noin 1 700 henkilöä. Yrityksemme panostaa aktiivisesti koko alamme kehitystyöhön, minkä takia Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöä ja mahdollisuuksia suunnitteluohjelmiana lähdettiin selvittämään. Opinnäytetyö rajattiin yrityksemme sisällä Espoon LVI2-osastolle, mutta työ tulee olemaan yleispätevä ja sitä voidaan hyödyntää myös muilla osastoillamme.

Projektien luontia nopeuttavien ja helpottavien aloitustiedostojen lisäksi yrityksen Espoon LVI2-osaston tavoite oli saada tietoa Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöön siirtymiseen vaikuttavista kustannuksista ja vertailla niitä nykyisin käytössä olevaan suunnitteluohjelmistoon AutoCADiin ja MagiCAD for AutoCADiin. Selvitettäviä kustannuksia ovat esimerkiksi ohjelmistolisenssit, käyttökoulutukset ja työasemien päivittämiseen liittyvät kustannukset. Työn sivutuotteena syntyy ohjelmistokokemus, jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää suunnittelijoidemme kouluttamiseen.

Työssä tullaan myös tarkastelemaan nykyisin käytössä olevan suunnitteluohjelmistoyhdistelmän, AutoCADin ja MagiCAD for AutoCADin, hyviä ja huonoja puolia, syvennyttäen ohjelmistoissa havaittuihin haasteisiin ja vertaillaan, miten Revit ja MagiCAD for Revit niihin vastaavat.

## 2 Taustatietoa

### 2.1 AutoCAD

AutoCAD on Autodeskin kehittämä tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto (CAD), jonka avulla voidaan luoda erilaisia 2D- ja 3D-piirustuksia sekä mallintaa erilaisia objekteja. Erilaisten lisäosien avulla sitä voidaan mukauttaa vastaamaan paremmin eri suunnittelualojen tarpeita, jolloin sillä voidaan tehdä arkkitehtuuri-, mekaniikka- ja LVIAS-suunnitelmia. Sitä käyttävät useiden eri rakentamisen alojen ammattilaiset, ja se on varmasti edelleen yksi Suomen suosituimmista suunnitteluohjelmistoista LVIS-sektorilla. AutoCAD julkaistiin ensimmäisen kerran joulukuussa 1982, ja sen kehitystyö jatkuu edelleen vuosittaisilla uusilla päivityksillä. [1.]

### 2.2 MagiCAD for AutoCAD

MagiCAD for AutoCAD toimii AutoCADin lisäosana, joka helpottaa AutoCADin suunnittelukäyttöä Suomen LVIAS-sektorilla tuomalla käyttöön uusia ominaisuuksia ja tuotetietokantoja, jotka vastaavat todellisia Suomessa käytettäviä tuotteita. Se muokkaa AutoCADin käyttöliittymää ja luo paremmat mahdollisuudet ilmanvaihto-, lämmitys-, jäähdytys-, sprinkleri-, kaasu-, sähkö- ja automaatio suunnitteluun. MagiCAD for AutoCAD on MagiCAD Groupin kehittämä, ja se julkaistiin markkinoille ensimmäisen kerran vuonna 1998. Ohjelmistoa kehitetään ja parannellaan jatkuvasti uusilla ominaisuuksilla, minkä ansiosta AutoCAD ja MagiCAD for AutoCAD muodostavat suomalaisten LVIS-suunnittelijoiden ylivoimaisesti käytetyimmän suunnittelutyökaluyhdistelmän, joka on käytössä myös useissa muissa maissa. [2.]



## 2.3 Revit

Revit on Autodeskin kehittämä suunnitteluohjelmisto, samoin kuin AutoCAD. Se perustuu tietomallin aktiiviseen hyödyntämiseen, joten sen avulla voidaan suunnitella kolmiulotteisesti täydellisiä malleja, suunnitelmia ja dokumentaatiota samanaikaisesti. Ohjelma sisältää työkaluja arkkitehtoniseen ja rakenteelliseen suunnitteluun sekä perustason työkaluja LVIS-suunnitteluun. Ohjelma julkaistiin ensimmäisen kerran huhtikuussa vuonna 2000, mutta tuolloin sen LVIS-toiminnot eivät vielä vastanneet yrityksen tarpeita sillä tasolla, että sen käyttöä suunnittelutyökaluna LVIS-suunnittelussa olisi harkittu. Ohjelmaa on kuitenkin käytetty jo pitkään Yhdysvaltain markkinoilla, ja viime vuosina sen käyttö on lisääntynyt huomattavasti myös Suomessa, koska tietomallintaminen on lisääntynyt ja Autodesk on vuosien varrella kehittänyt ohjelmaa. [3.]

## 2.4 MagiCAD for Revit

MagiCAD for Revit toimii Revitin lisäosana samalla tavalla kuin AutoCADille tarkoitettu versio MagiCAD for AutoCAD. Lisäosa muokkaa Revitistä käyttökelpoisemman suunnittelutyökalun Suomen LVIAS-sektorille ja tuo käyttöön uusia ominaisuuksia sekä tuotetietokantoja. Sekin on nimensä mukaisesti MagiCAD Groupin kehittämä, ja sen kehitystyö aloitettiin pian Revitin julkaisemisen jälkeen. Revitistä itsessään löytyy valmiiksi perustason toimintoja putkien tai kanavien suunnitteluun, mutta siitä myös puuttuu oleellisia toimintoja, kuten putkien mitoitustoiminnot. Toiminnot eivät myöskään ole läheskään niin pitkälle vietyjä kuin MagiCAD for Revitin tarjoamat. Koska AutoCAD ja MagiCAD for AutoCAD ovat yhdessä suomalaisten LVIS-suunnittelijoiden käytetyin suunnittelutyökaluyhdistelmä, on MagiCAD Group yrittänyt luoda mahdollisimman samankaltaisen lisäosan Revitiin, pitäen toiminnotkin hyvin samanlaisina Revitin käyttöön siirtymisen helpottamiseksi. [2.]

### 3 Nykytilanteen analyysi

Yrityksemme Espoon LVI2-osaston nykytilanteen analyysi perustuu osastomme kahdelle suunnittelijalle laadittuun haastatteluun, joilla molemmilla on yli 10 vuoden kokemus AutoCADin ja MagiCAD for AutoCADin käytöstä päivittäisessä suunnittelutyössä. Haastatteluiden tarkoituksina oli syventyä käytössä olevan suunnitteluohjelmiston hyviin ja huonoihin puoliin, havaittuihin ongelmiin ja lisäksi selvittää, miten ohjelmisto vastaa tietomallin hyödyntämisen aktiiviseen lisääntymiseen ja sen tuomiin haasteisiin.

#### 3.1 Käytössä olevan suunnitteluohjelmiston kulmakivet

Yrityksemme LVI-osastojen nykyisin käytössä oleva suunnitteluohjelmistoyhdistelmä on AutoCAD + MagiCAD for AutoCAD, jotka yhdessä otettiin käyttöön 2000-luvun alussa. Ennen näitä ohjelmistoja käytettiin muita tietokoneavusteisia suunnitteluohjelmia, mutta erilaisia laskentatoimintoja, kuten putkien mitoitus- tai tasapainotustoimintoja ei ollut, ja putket oli mitoitettava käsin. AutoCAD ja MagiCAD for AutoCAD mahdollistivat heti käyttöönoton yhteydessä tehokkaamman suunnittelun ja vähensivät mahdollisia virheitä, koska ohjelmien eri laskentatoimintoja pystyttiin hyödyntämään muun muassa putkikovalintojen tarkastelun yhteydessä. [4.]

Käytössä olevaa suunnitteluohjelmistoa on aktiivisesti kehitetty erilaisten päivityksien avulla ja kehitetään edelleen. Kehityksestä huolimatta ohjelmisto alkaa jäämään jälkeen esimerkiksi tietomallinnettavien projektien kohdalla. Ohjelmissa on lisäksi vuosien varrella havaittu erilaisia suunnittelun sisäisiä haasteita, jotka heikentävät suunnitteluprosessin tehokkuutta.

AutoCAD-projekteissa on usein tapana luoda jokaiselle kerrokselle piirustuslajikohtaisesti omat tiedostot, kuten *1-kerros\_lämmitys.dwg* ja *1-kerros\_ilmanvaihto.dwg*. Isommissa projekteissa tiedostoja syntyy paljon, ja ne ovat raskaampia, mikä vaikuttaa negatiivisesti ohjelmiston suorituskykyyn. Suurien tiedostojen parissa on lisäksi havaittu ohjelman satunnaisia kaatumisia, jolloin työ on usein aloitettava viimeisimmästä tallennuskerrasta uudelleen. Haasteeksi on muodostunut myös se, että AutoCAD ei salli useamman käyttäjän muokata samaa tiedostoa samanaikaisesti. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että projektin sisällä on sovittava yhteisiä pelisääntöjä tiedostojen vuorottelusta. [5.]

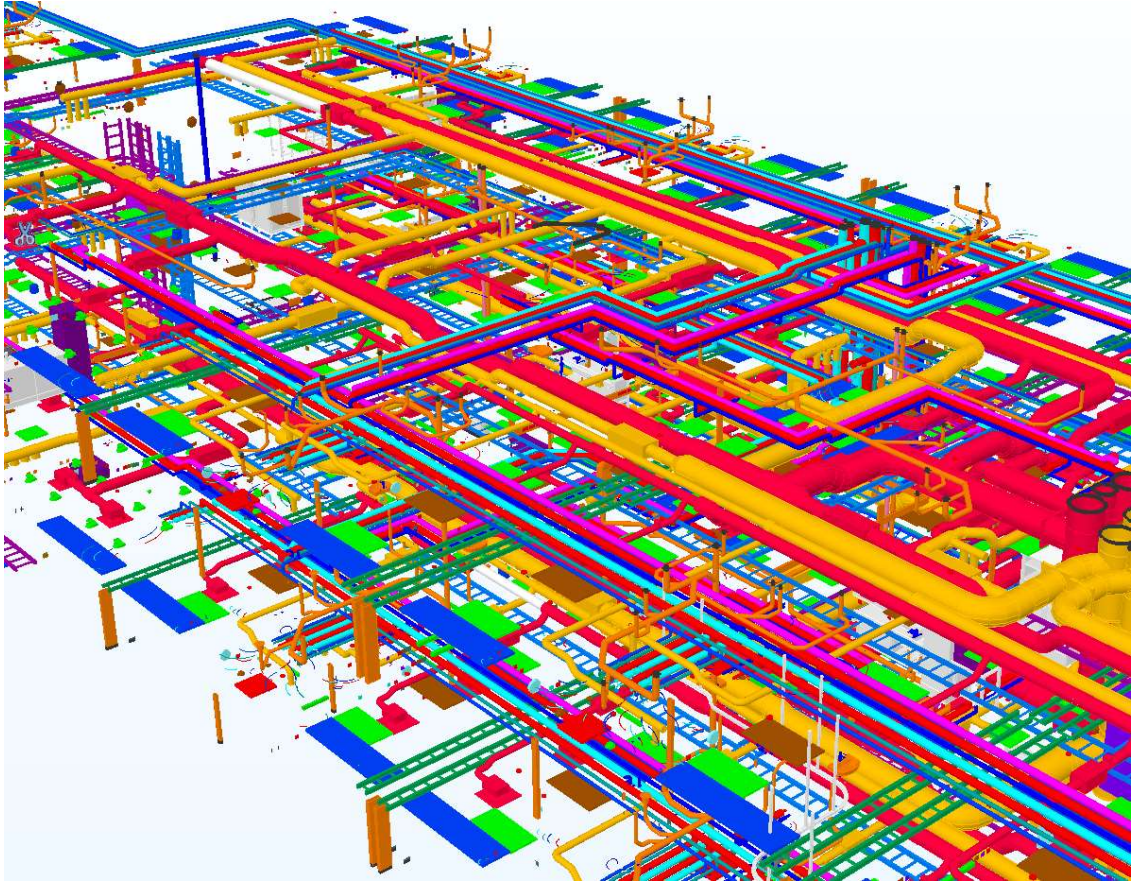
LVI-osastoillamme on tapana hakea arkkitehdin kerroskohtainen suunnitelma oman suunnittelutiedoston pohjalle (*Xref*). Projektin edetessä arkkitehtipohjiin tulee väistämättä muutoksia, ja esimerkiksi arkkitehdin siirtäessä arkkitehtipohjassa esitettyä pesuallasta, on pesuallas paikannettava itse ja sen mukaan tehtävä tarvittavat muutokset myös LVI-suunnitelmiin. Suuremmissa hankkeissa muutosten paikannus on koettu jokseenkin haastavaksi ja aikaa vieväksi, koska AutoCAD ei ainakaan vielä mahdollista linkattujen tiedostojen sisällön muutoksien seurantaan. [4.]

Eri tiedostojen muutoksien paikantamista varten on kuitenkin lisätty viimeisimmässä AutoCAD 2019 -versiossa toiminto, joka mahdollistaa eri DWG-tiedostojen vertailun [6]. Valitettavasti kyseinen AutoCAD-versio on vielä yrityksemme oman AutoCAD-kehitysryhmän koekäytön alaisena, minkä takia sitä ei ole toistaiseksi otettu laajemmin käyttöön.

### 3.2 Tietomallinnus

Tietomallintamista, eli kolmiulotteiseksi suunnittelua on alettu hyödyntämään yhä enemmän rakennusalalla, ja sen käyttö tulevaisuudessakin on entisestään lisääntymässä, koska sen etuja on alettu havaita yhä selkeämmin niin kustannus- kuin suunnittelunäkökulmasta katsoen [5]. Sen avulla saadaan esimerkiksi jo suunnitteluvaiheessa merkittäviä etuja projektin eri osapuolien väliseen yhteistyöhön ja kommunikointiin. Tietomallin avulla voidaan lisäksi tarkastella koko hankkeen kokonaisuutta kaikkien eri osapuolien suunnitelmien kanssa ja huomata asioita tai virheitä, joita ei normaalista 2D-tasonäkömästä olisi mahdollista havaita [4]. Malli sisältää lisäksi suunnitelmista erilaista dataa, ja siitä voidaan tulostaa esimerkiksi tietomallin komponentit määräluetteloita varten.

Mallintaminen vie lähtökohtaisesti enemmän aikaa, koska 2D-suunnittelun lisäksi on huomioitava suunnitelmien lopputulos myös tietomallissa. Lisätekijöitä muodostuu muun muassa oikeaan korkomaailmaan suunnittelusta ja yhteensovituksista rakennuksen sekä muun tekniikan kanssa [4]. Lyhyesti esiteltynä tietomallintamisen pääperiaate on siis suunnitella kukin tekninen järjestelmä rakennukseen, kuten ilmanvaihtokanavat tai lämmitysputket kuvassa 1 esitetyllä tavalla.



Kuva 1. Esimerkki LVIAS-tietomallista.

Osastollamme nykyisin käytössä olevalla suunnitteluohjelmistoyhdistelmällä, AutoCADilla ja MagiCAD for AutoCADilla, on mahdollista mallintaa ja toimittaa erilaisia tietomalleja LVIAS-suunnitelmista, mutta isompien hankkeiden kohdalla prosessi vie huomattavan paljon aikaa. MagiCAD for AutoCADista saadaan tulostettua tietomalli mallintulostustoiminnolla (*IFC-export*), jossa voidaan valita tulostettavaksi projektin sisäisiä DWG-tiedostoja. Valittujen tiedostojen jälkeen toiminto aloittaa prosessoimisen ja luo suunnitelmista IFC-objekteja, mikä isommissa hankkeissa saattaa kestää jopa kymmeniä minuutteja. Prosessoimisen aikana ei ole myöskään mahdollista käyttää AutoCADiä, koska ohjelma saattaa tällöin keskeyttää suunnitelmien tulostamisen ja joskus jopa kaatua, jolloin mallintulostus on aloitettava uudelleen. Useamman IFC-tiedoston sisältävissä projekteissa, joissa suunnitelmien tietomäärä on suuri, on prosessi tällöin hidaskin ja tietomallien tuottamisen aikana hukataan turhaa työaikaa. [5.]

AutoCADin ja MagiCAD for AutoCADin suunnitteluohjelmistoyhdistelmällä on ainoastaan mahdollista tulostaa tietomalleja, mutta se ei mahdollista niiden tarkastelua. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tietomalli on ensin tulostettava ja tämän jälkeen vietävä kolmannen osapuolen mallintarkasteluohjelmiin katseltavaksi. Yrityksemme käytössä olevia mallintarkasteluohjelmia ovat *Trimble Connect* ja *Solibri*. Eri tietomalleista luodaan usein yhdistelmämalli, joka sisältää projektin eri suunnittelualojen kaikki tietomallit. Projektin edetessä malleja päivitetään, jolloin ne tulee päivittää ajan tasalle myös paikallisesti omassa tarkasteluohjelmassa. Suunnitteluprosessi kokonaisuudessaan on tällöin normaalia 2D-suunnittelua monimutkaisempaa, joka on osattava ottaa huomioon esimerkiksi projektin aikataulutuksessa. [4.]

## 4 Revitin ja MagiCAD for Revitin mahdollisuudet

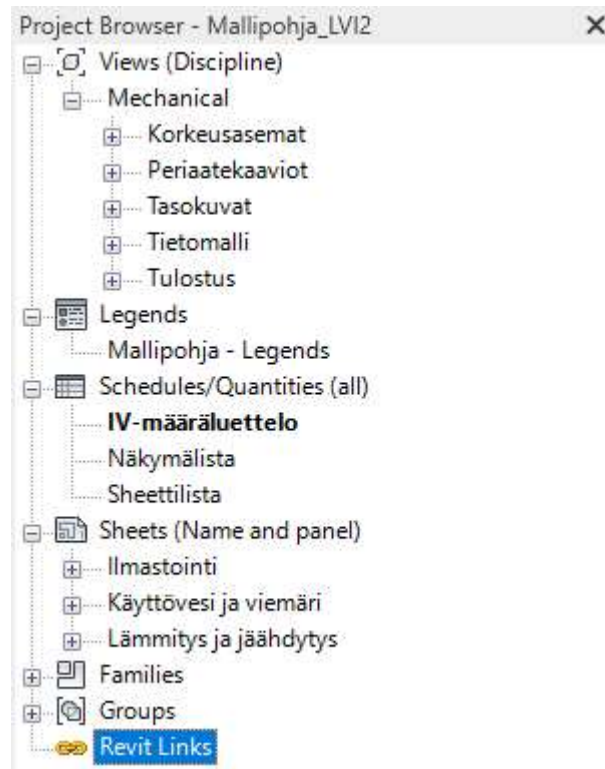
Revit ja AutoCAD ovat rakenteiltaan varsin erilaisia ohjelmia, mikä tuo etenkin siirtymävaiheeseen tiettyjä haasteita, mutta luo myöhemmässä vaiheessa uusia mahdollisuuksia ja tapoja tehostaa suunnitteluprosessia. Esimerkiksi ohjelmien käyttöliittymät ovat täysin erilaisia, mikä tarkoittaa uuden ohjelman opettelua ja sopeutumista uuteen ohjelmistoympäristöön. Toisaalta Revitin eroavaisuudet mahdollistavat uusia toimintoja ja kiistattomia etuja, esimerkiksi paremman yhteistyön ja kommunikoinnin projektin eri osapuolien välillä. MagiCAD for AutoCAD ja MagiCAD for Revit ovat puolestaan käyttöliittymiltään melko samanlaisia, mutta MagiCAD for Revitin toiminnoista on pystytty tekemään entistäkin älykkäämpiä. Molemmat MagiCADin ohjelmista ovat pääohjelman – Revitin tai AutoCADin – päälle asennettavia lisäosia, jotka muokkaavat käyttöliittymää uusilla toiminoilla ja ominaisuuksilla käyttökelpoisemmaksi suunnittelutyökaluksi Suomen LVIAS-sektorille. Lisäosat myös tuovat käytettäväksi uusia tuotetietokantoja, jotka vastaavat todellisia Suomessa käytettäviä LVIAS-tuotteita. Vaikka Revitin ja MagiCAD for Revitin opettelu vie väistämättä aluksi jonkin verran aikaa, on yrityksemme alustavassa selvityksessä todettu ohjelmista löytyvän potentiaalia suunnittelun tehostamisessa, minkä takia ohjelmia on päätetty lähteä kokeilemaan oikean projektin parissa.

Seuraavaksi esitettyjen peruskäsitteiden ja ominaisuuksien tunteminen auttaa ymmärtämään ohjelman rakennetta ja sen mahdollisuuksia.

### 4.1 Revit-projekti

Siinä missä AutoCAD- ja MagiCAD for AutoCAD -suunnitteluohjelmistoja käytettäessä luodaan suunnittelulajeittain omat tiedostot, kuten *1-kerros\_lämpö.dwg* tai *1-kerros ilmanvaihto.dwg*, on Revit-projektissa vain yksi tiedosto. Revit-projektin tiedostoa kutsutaan keskustiedostoksi ja sen tiedostomuoto on RVT. Keskustiedostoon lisätään eri näkymien avulla projektiin sisältyviä suunnitelmia, minkä vuoksi eri kerroksille tai suunnittelulajeille ei tarvitse luoda erillisiä tiedostoja. Erilaisia näkymiä voidaan luoda sekä muokata tarpeiden mukaan, ja esimerkkejä niistä ovat eri taso-, 3D- ja tulostusnäkyvät. Kuvassa 2 on esimerkki Revit-projektin sisällöstä.





Kuva 2. Esimerkki Revit-projektin sisällöstä.

Erialaisten näkymien lisäksi Revitissä voi luoda projektissa käytettävien elementtien ominaisuuksia sisältäviä tai parametreja hyödyntäviä luetteloita (*Schedules*) [7]. Parametreilla tarkoitetaan eri objektien, elementtien tai näkymien käyttämiä tietoja, joita on mahdollista välittää ohjelman sisällä eteenpäin [8]. Esimerkkiluetteloita ovat IV-määräluettelo, näkymälista ja tulostusarkkilista. Kuvassa 3 on esimerkki IV-määräluettelosta.

<IV-määräluettelo>				
A	B	C	D	E
Description	System Type	Size	Insulation Type	Length
Pyöreät kanavat	301PK	100		11420 mm
Pyöreät kanavat	301TK	100		19140 mm

Kuva 3. IV-määräluettelo.

Revit osaa luoda luettelot automaattisesti, kun luetteloon sisällytettävät ominaisuudet tai parametrit valitaan oikein. Luettelot toimivat näkymien tapaan, joten niiden nimiä ja niissä käytettäviä asetuksia tai ominaisuuksia voidaan jälkikäteenkin muokata. Luetteloista on myös mahdollista muokata projektin välittämiä tietoja käsin, jolloin niihin tehdyt muutokset välittyvät suunnitelmiin. Esimerkiksi tulostusarkkiluettelossa voidaan muokata eri tulostusarkkien nimiä, jolloin muutokset siirtyvät myös itse tulostusarkkeihin.

## 4.2 Tietomallinnus

Revit tarjoaa melko hyvät puitteet tietomallin käytön aktiiviseen lisääntymiseen niin suunnittelu-, kuin rakennusvaiheessakin, koska ohjelma itsessään perustuu täysin tietomallin hyödyntämiseen ja mahdollistaa täydellisten mallien, suunnitelmien ja dokumentaation suunnittelun samanaikaisesti. Aikaisemmassa osiossa *3.2 Tietomallinnus* kerrottiin tarkemmin tietomallista ja sen hyödyntämisen kasvusta.

Mallinnettavissa kohteissa on usein AutoCADiä ja MagiCAD for AutoCADiä käytettäessä tapana pitää rinnalla auki kolmannen osapuolen tietomallien tarkasteluohjelmaa, johon on tuotu muiden suunnittelualojen tietomallit. Ohjelmassa voidaan tällöin tarkastella kolmiulotteisesti esimerkiksi talotekniikan yhteensovitusta ja reitityksiä, jolloin tarvittavia muutoksia voidaan tehdä AutoCADin ja MagiCAD for AutoCADin puolella. Tarvittavien muutoksien jälkeen MagiCAD for AutoCADistä voidaan tulostaa viimeisimmät suunnitelmat tietomalliksi ja päivittää se mallien tarkasteluohjelmaan. Tietomallinnusprosessi on tällöin jokseenkin työläs ja hidas, miltä säästytään Revitiä käytettäessä.

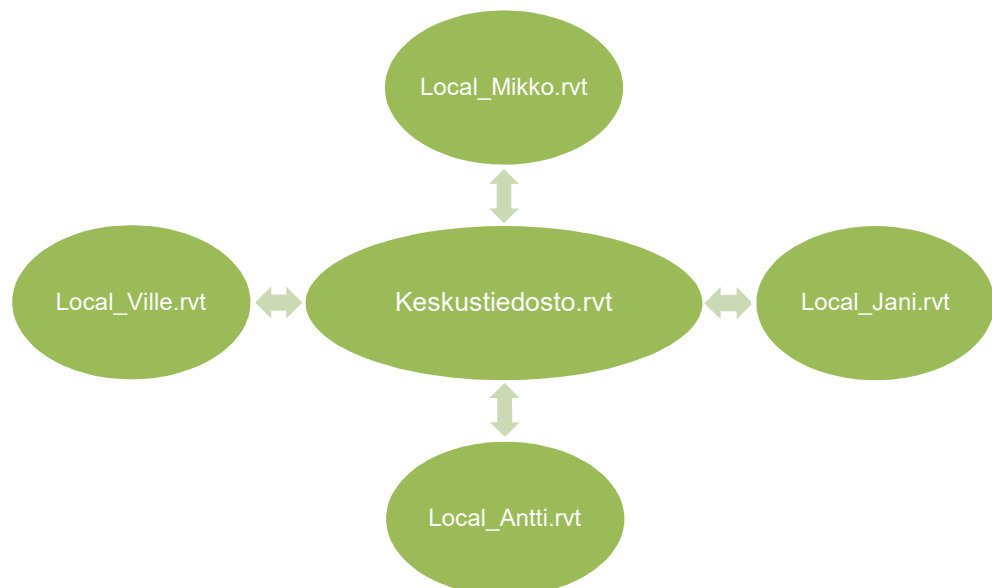
Revitissä voidaan tarkastella eri tietomalleja ja luoda erilaisia 3D-näkymiä sekä muokata niiden näkymäasetuksia tarpeiden mukaan. 3D-näkymä voi esimerkiksi sisältää arkkitehdin ja sähkösuunnittelijan tietomallien lisäksi vain ilmanvaihtokanavat tai kaiken LVI-tekniikan. Eri näkymiä on lisäksi mahdollista avata toiseen Revit-ikkunaan, jolloin normaalia tasokuvasuunnittelua tehdessä voidaan yhteensovitus ja tekniikan reititys havaita samanaikaisesti. Revitissä on myös mahdollista suunnitella suoraan tietomallinäkömässä, mutta tämä vaatii jo hieman osaamista ja ohjelman käytön harjoittelua.



#### 4.3 Yhteistyö suunnittelijoiden välillä

Revitissä yhteistyö projektin eri osapuolten välillä on AutoCADiin verrattuna tehokkaampaa, koska työryhmätoiminnon (*Worksharing*) avulla useampi käyttäjä voi muokata ja käyttää keskustiedostoa samanaikaisesti [9], kun taas AutoCADissa on puolestaan vain yhden käyttäjän mahdollista työskennellä saman tiedoston parissa samanaikaisesti. Työryhmätoiminto toimii siten, että projektin eri osapuolille luodaan työsettejä (*Workset*), joilla käytännössä jaetaan keskustiedostoa pienempiin osiin. Työsetteihin määritetään muokattavia elementtejä tai osia, kuten ilmanvaihtojärjestelmiä tai rakennuksen osia [9].

Projektin eri osapuolet muokkaavat keskustiedostoa luomalla sen avaamisen yhteydessä oman paikallisen kopion, jota synkronoidaan keskustiedoston kanssa [9]. Eri käyttäjien tekemät muutokset eivät näy toisille reaaliajassa, vaan ne siirtyvät keskustiedostoon vasta synkronoinnin yhteydessä ja samalla muiden keskustiedostoon tekemät muutokset tuodaan näkyville käyttäjän paikalliseen kopioon [9]. Kuvassa 4 on esitetty esimerkki keskustiedoston ja työryhmätoiminnon periaatteesta.



Kuva 4. Työryhmätoiminnon periaate.

Vaikka Revit mahdollistaa useamman käyttäjän samanaikaisen suunnittelun samassa projektissa, ei samaa järjestelmää voi muokata kuin yksi henkilö kerrallaan. Samalla järjestelmällä tarkoitetaan esimerkiksi tietyn ilmanvaihtojärjestelmän kanavistoa. Muokattavien elementtien käyttöoikeuksien ristiriitatilanteissa, on käyttäjän pyydettävä oikeus tietyn osan muokkaamiseen ja oikeuden omaavan käyttäjän on vapautettava tämä osa. Työryhmätoiminnon käyttämiseksi on Revit-projektin keskustiedosto tallennettava paikkaan, joka on kaikkien keskustiedoston parissa työskentelevien henkilöiden käytettävissä ja samalla tiedostopolulla. Keskustiedosto voidaan esimerkiksi sijoittaa yrityksen omille verkkolevyille tai vaihtoehtoisesti Autodeskin tarjoamaan pilvipalveluun. Jos keskustiedoston tallennuspaikkana käytetään yrityksen omia verkkolevyjä, ei yrityksen ulkopuolisten henkilöiden ole välttämättä mahdollista käsitellä keskustiedostoa, jolloin muiden suunnittelualojen tiedostot on linkitettävä yrityksen omaan Revit-projektiin.

Jos koko projektin sisäinen yhteistyö, muiden projektiin kuuluvien yritysten henkilöt mukaan lukien, haluttaisiin viedä parhaimmalle mahdolliselle tasolle, olisi projektitiedoston tallennuspaikkana käytettävä Autodeskin tarjoamaa pilvipalvelua. Pilvipalvelun avulla projektin kaikki osapuolet voivat työskennellä samassa tiedostossa, jolloin esimerkiksi LVI-suunnittelija pystyisi näkemään arkkitehdin julkaisemia muutoksia aina synkronoimisen yhteydessä ja toisin päin [10]. Tällöin ei myöskään tarvitsisi linkata muiden suunnittelualojen tiedostoja erikseen omaan projektitiedostoon.

Yhteistyökäyttötoiminnon lisäksi Revit sisältää seurantatoiminnon (*Copy/Monitor*), joka mahdollista projektiin linkitettyjen tiedostojen muutosten seurannan. Seurantatoiminnolla asetetaan erilaisia seurattavia parametreja Revit-projektiin linkitettyihin tiedostoihin, kuten arkkitehdin kerroskorkeuksiin. Toiminto toimii siten, että Revit luo alkuperäisestä linkatusta tiedostosta kopion, jota se aktiivisesti monitoroi ja vertailee päivitettävän tiedoston kanssa. Kun Revit havaitsee sisällön muutoksia vertailtavien tiedostojen välillä, kuten arkkitehdin kerroskorkeuksissa, saavat projektin osapuolet ilmoituksen ja voivat siirtää tekniikkaansa tarpeen mukaan. [11.]

Koska Revit ja MagiCAD for Revit sisältävät huomattavasti enemmän asetuksia aikaisemmin käytettyyn suunnitteluohjelmistoyhdistelmään AutoCADiin ja MagiCAD for AutoCADiin verrattuna, liittyy yhteiskäyttöön erilaisia riskejä, jotka edellyttävät yhteisiä pelisääntöjä projektin eri käyttäjille. Yksi esimerkki yhteiskäytön riskeistä on se, että eri

asetuksia on mahdollista kunkin käyttäjän muokata ja muutosten vaikutukset astuvat voimaan kaikille Revit-projektin käyttäjille. Kokematon käyttäjä saattaa tällöin vahingossa onnistua tekemään paljon suurempia muutoksia kuin olisi tarkoitus. Projektiin liittyviä muutoksia voidaan toisaalta ehkäistä työsettien (*Workset*) oikeuksien avulla, jolloin eri työsetteihin määritetään niitä vastaaville henkilöille oikeudet muokata vain tarvittavia järjestelmiä, elementtejä tai objekteja. Revitissä on lisäksi toiminto, jonka avulla voidaan tallentaa automaattisesti varmuuskopioita koko projektista ja mahdollistaa projektin versiohistorian tarkastelun sekä aiempiin projektiversioihin palauttamisen.

## 5 Käyttöönoton valmistelut

Revit eroaa huomattavasti osastomme nykyisin käytössä olevasta AutoCAD-suunniteluohjelmasta. Käyttöliittymien eroavaisuuksien lisäksi eroja on myös ohjelmien käyttämien tiedostojen välillä. Esimerkiksi projektien luontia nopeuttavia aloitustiedostoja ei voida AutoCADistä tai MagiCAD for AutoCADistä sellaisinaan hyödyntää, jonka takia Revitin ja MagiCAD for Revitin ympäristöön on luotava omat aloitustiedostot. Revit-projekteissa käytettävät aloitustiedostot ovat mallipohja (*Template*) ja tietoaineisto (*Dataset*). Edellä mainittujen lisäksi Revit on ohjelmana AutoCADiä raskaampi, mihin on syytä valmistautua selvittämällä, mitä tämä tarkoittaa Revitiä käyttävien henkilöiden työasemien osalta. Ennen Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönottoa on myös hankittava ohjelmistolisenssit ja huomioitava mahdollisten käyttökoulutuksien tarve sekä tarkasteltava näiden kustannusvaikutuksia.

Seuraavissa osiossa tullaan tarkastelemaan Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönottoa edeltäviä toimenpiteitä, jotka tulisi huomioida ohjelmistojen käyttöönottoa harkittaessa. Lisäksi ohjelmistoon valmistellaan Revitin ja MagiCAD for Revitin aloitustiedostot, joita ovat mallipohja (*Template*) ja tietoaineisto (*Dataset*).

### 5.1 Työasema

Koska Revit on AutoCADiä paljon monipuolisempi ja tietomalli on suunnittelutyössä aktiivisesti läsnä, on ohjelma huomattavasti raskaampi ja vaatii työasemaltakin enemmän, mikä on huomioitava myös työasemien valinnassa. Työaseman vaatimuksien kartoituksessa ja niiden vertailussa käytettiin kolmea erilaista yrityksemme käytössä olevaa työasemaa, jotka on esitetty taulukossa 1. Kartoitus suoritettiin testaamalla työasemien suorituskykyä normaalissa suunnittelukäytössä kahdessa erilaisessa projektissa: MagiCADin malliprojektissa ja yrityksen aikaisemmassa selvityksessä käytetyssä demoprojektissa. MagiCADin malliprojekti sisältyy MagiCAD for Revit -ohjelmistolisenssiin ja löytyy työasemalle asennettavan MagiCAD for Revitin kansioista. Yrityksen aikaisemmassa selvityksessä käytetty demoprojekti oli sairaalahanke, joka oli alun perin suunniteltu AutoCADillä ja MagiCAD for AutoCADillä. Demoprojektissa tarkoitus oli pyrkiä pääsemään yhden kokonaisen kerroksen osalta mahdollisimman samaan lopputulokseen, mutta Re-

vitiä ja MagiCAD for Revitiä käyttäen. Sairaalaprosjektit kuvaavat myös hyvin LVI2-osastomme hankkeita, ja niissä käytettävät tiedostot ovat yleensä isoja ja raskaita niin tietomallin kuin itse suunnitelmien osalta, minkä takia se soveltuikin erinomaisesti myös yrityksemme eri työasemien suorituskyvyn vertailuun.

Taulukko 1. Suorituskyvyn kartoituksessa käytetyt työasemat.

Nimi	Malli	CPU	GPU	RAM
<i>Työasema 1</i>	HP Zbook 15u G4	i7 8550U	AMD Radeon Pro WX 3100	16 GB
<i>Työasema 2</i>	HP Zbook Studio G5	i7 8750H	NVIDIA Quadro P1000 4GB	16 GB
<i>Työasema 3</i>	HP Zbook Studio G5	i7 8750H	NVIDIA Quadro P1000 4GB	32 GB

Työasemien testaaminen suoritettiin normaalia suunnittelutyötä tehden Revitissä. Suunnittelu sisälsi ilmanvaihto-, käyttövesi- ja viemäri- sekä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien suunnittelua. Testaamisen aikana keskityttiin ainoastaan yhteen tilaan kummassakin projektissa, joihin jokaisella työasemalla suoritettiin sama suunnittelutyö. Testaaminen aloitettiin *Työasemalla 1*, minkä jälkeen edettiin järjestyksessä viimeiseen tarjolla olevaan työasemaan asti.

Vaikka suunnittelutyön lopputulos oli jokaisella testauskerralla sama, saatiin vertailukelpoisia havaintoja eri työasemien suorituskyvystä. *Työasemalla 1* havaittiin aika ajoittain

kinlaista viivettä eri komentojen välillä, eikä suunnittelutyötä voinut sanoa sulavaksi. *Työasemalla 2* suunnittelu sujui jouheammin, eikä samanlaista viivettä eri komentojen välillä ollut havaittavissa. Valikoimamme työasemilla sulavimpaan suunnittelutyöhön päästiin *Työasemalla 3*, joka on myös joukon hintavin. *Työaseman 2* ja *Työaseman 3* ero on ainoastaan välimuistissa (RAM). Välimuistien välinen ero ei normaalissa suunnittelutyössä tullut ilmi, mutta raskaimpien komentojen aikana, kuten tietomallia tulostettaessa (IFC-Export), havaittiin välimuistin isomman kapasiteetin jokseenkin nopeuttavan toimenpidettä. Välimuistien välinen investointi on työaseman kokonaishintaan suhteutettuna hyvin pieni ja maksaa itsensä hyvin nopeasti takaisin. Lopputuloksena voidaan sanoa, että normaalissa suunnittelutyössä kuitenkin riittävät *Työasema 2:n* mukaiset komponentit. Toisaalta olisi suositeltavaa, että yhdellä projektin osapuolista olisi *Työaseman 3* mukaiset komponentit, jolloin voitaisiin sopia raskaimpien komentojen suorittamisesta kyseisellä työasemalla.

## 5.2 Mallipohja (Template)

Mallipohja on Revitin aloitustiedosto, jonka avulla voidaan luoda uusi projekti. Mallipohjaan voidaan sisällyttää erilaisia asetuksia tai tuoteperheitä, jotka toistuvat useammassa projektissa ja ovat tällöin valmiina projektia aloitettaessa. Eri asetuksien tai tuoteperheiden sisällyttäminen mallipohjaan nopeuttaa siten uusien projektien luontia, ja samalla saadaan myös varmistettua niiden samankaltaisuus. Sisällytettävät asetukset tai tiedot voivat olla esimerkiksi näkymiä, parametreja, näkymäasetuksia, viivatyyppejä ja -paksuuksia, virtaavien aineiden ominaisuuksia sekä ladattuja perheitä (*Loadable families*). Mallipohjien tiedostomuoto on RTE, ja ne muistuttavat hyvin pitkälti Revit-projekteja, mutta niiden avulla voidaan ainoastaan luoda uusi projekti. [12.]

Yrityksemme Espoon LVI2-osaston mallipohjan luomisessa käytettiin pohjana MagiCAD for Revitin tarjoamaa mallipohjaa, joka muokattiin osastomme tarpeita vastaavaksi. MagiCADin tarjoama mallipohja sisältyy malliprojektin tapaan MagiCAD for Revit -ohjelmistolisenssiin ja löytyy työasemalle asennettavan MagiCAD for Revitin kansioista. MagiCADin tarjoamasta mallipohjasta hyödynnettiin muun muassa erilaisia näkymäasetuksia, jotka nimettiin uudelleen.

Mallipohjan valmistelu aloitetaan uuden projektin tapaan, mutta uuden projektin (*New Project*) sijasta valitaan projektin mallipohja (*Project Template*). Mallipohja on syytä tallentaa paikkaan, jossa se on sitä käyttävien helposti saavutettavissa, kuten yrityksen omilla verkkolevyillä. Ennen mallipohjan varsinaista valmistelua on tärkeää keskittyä sen käyttötarkoitukseen ja pohtia, mitä siihen olisi oleellista sisällyttää. Erilaisia mallipohjia voi olla tarpeen luoda esimerkiksi eri osastoille, kuten LVI ja RAK.

### 5.2.1 Korkeusasemat

Ennen varsinaisia mallipohjan näkymien valmisteluja on määritettävä kerroskohtaisille näkymille korkeusasemat, mikä onnistuu Revitissä varsin helposti ja nopeasti eri leikkausnäkyistä. Todellisessa projektissa korkeusasemat voidaan määrittää suoraan projektiin linkatun arkkitehdin tietomallin avulla menemällä leikkausnäkyyn ja hyödyntämällä Revitin kohdistustyökalua (*Align*), joka kohdistaa aktiiviseksi valitun korkeusaseman valitun pinnan kanssa. Ilmansuuntakohtaiset leikkausnäkyt sisältyvät MagiCAD for Revitin mallipohjaan, ja niitä hyödynnettiin myös osastomme mallipohjassa. Valmiisiin leikkausnäkyihin pääsee MagiCADin mallipohjassa projektiselaimen (*Project Browser*) koordinaatioryhmän (*Coordination*) korkeusasemat (*Elevations*) -kohdasta.

Korkeusasemien määrittämiseksi on aktivoitava yksi leikkausnäkyistä. MagiCAD for Revitin mallipohjassa on luotu valmiiksi yksi korkeusasema, jota kopioimalla saa helpoiten lisättyä useampia korkeusasemia. Osastomme mallipohjaan luotiin valmiiksi 3 000 mm:n välein viisi eri korkeusasemaa, jotka oikeassa projektissa lopulta kohdistetaan todellisten kerroskorkeuksien mukaisiksi. Eri korkeusasemia voi nimetä haluamallaan tavalla, mutta oikeassa projektissa ne kannattaa nimetä arkkitehdin käyttämien kerrosten nimien mukaisiksi. Korkeusasemien nimiä pääsee muokkaamaan aktivoimalla muokattavan korkeusaseman ja tämän jälkeen painamalla sen nimeä. Mallipohjaan luotavat korkeusasemat ovat ainoastaan arvioita, eikä todellisia kerroskorkeuksia tai niiden lukumäärää pystytä määrittämään etukäteen. Useamman korkeusaseman valmistelun tarkoituksena on nopeuttaa projektin luontia, jolloin mallipohjan korkeusasemat voidaan oikeassa projektissa yksinkertaisesti siirtää ja kohdistaa oikeille korkeuksille sekä nimetä uudelleen.

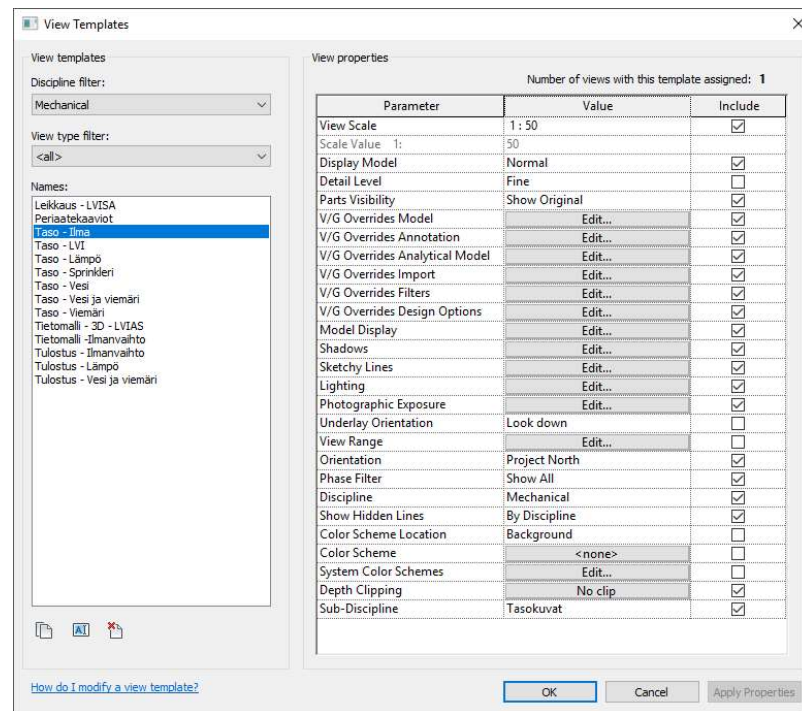
### 5.2.2 Näkymäasetukset

Revitissä varsinainen suunnittelutyö ja kohteen tarkastelu toteutetaan erilaisten näkymien välityksellä, jotka toimivat näkymäasetuksiin määritettyjen ominaisuuksien perusteella. AutoCAD-käyttäjälle Revitin näkymät ovat helpoiten rinnastettavissa AutoCADin suunnittelulajikohtaisiin tiedostoihin, jotka korvataan Revitissä eri näkymien avulla. Näkymän periaate on siis luoda tilanteen mukainen näkymä, jossa näkyvät vain sen asetukseen määritetyt elementit, kuten ilmanvaihtokanavat ja siihen liittyvät tuotteet sekä komponentit.

Ennen mallipohjaan sisällytettävien varsinaisten mallinäkymien valmisteluja tulee määrittää valmiiksi tarvittavat näkymäasetukset, joiden perusteella näkymä toimii. Näkymäasetukset voivat edustaa kahta erilaista tyyppiä: mallipohjaan sisällytettävät tai suoraan näkymään muokatut. Mallipohjaan sisällytettävillä näkymäasetuksilla saadaan vakioitua eri näkymien näkymäasetukset, jolloin voidaan varmistua niiden samankaltaisuudesta, kun taas suoraan näkymään muokatut näkymäasetukset eivät koske kuin aktiivista näkymää [13]. Toisaalta suoraan näkymään muokatut näkymäasetukset on mahdollista tallentaa näkymäasetuksena mallipohjaan, jolloin se voidaan ottaa käyttöön muissakin näkymissä.

Tässä osiossa keskitytään ainoastaan mallipohjaan sisällytettäviin näkymäasetuksiin, joita pääsee muokkaamaan *Näkymä*-välilehden (*View*) *Näkymäpohjat*-valikon (*View Templates*) *Hallitse Näkymäpohjia* -toiminnolla (*Manage view templates*) [13]. Toiminnon aktivoiduttua pitäisi avautua kuvan 5 mukainen ikkuna, jossa nähdään osastomme mallipohjaan sisällytetyt näkymäasetukset.

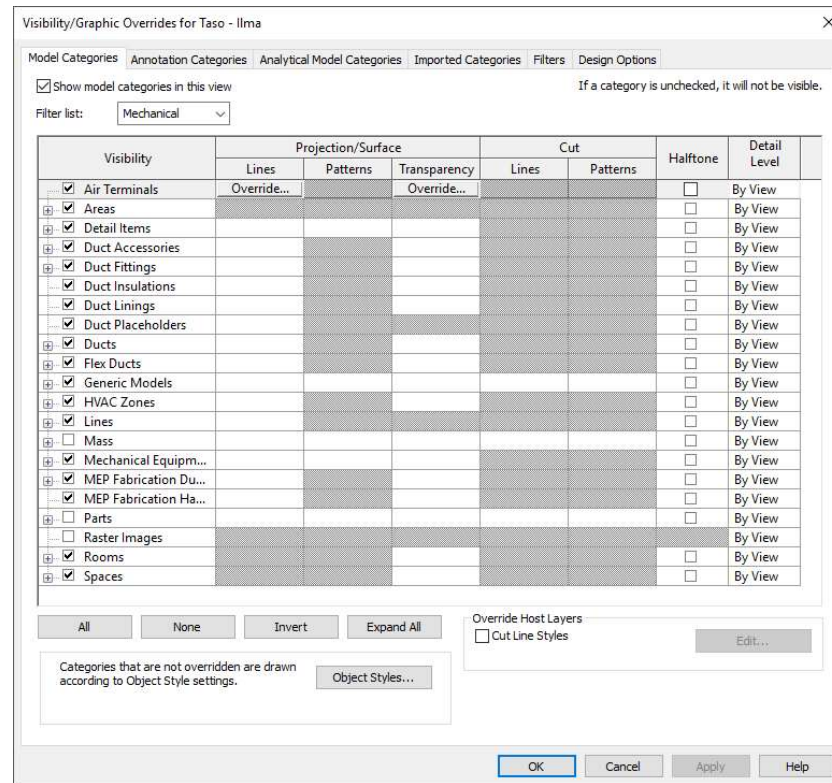




Kuva 5. Näkymäasetusten hallintaikkuna.

Järjestyssäännön suodattimesta (*Discipline filter*) ja näkymän tyyppin suodattimesta (*View type filter*) voidaan vaikuttaa listassa näkyviin näkymäasetuksiin. Koska yrityksemme LVI-osaston mallipohja käsittää vain LVI-tekniikan, käytimme järjestyssäännön suodattimena *Mechanical*, joka myös vastaa parhaiten näkymien käyttötarkoitusta. Se, mihin järjestyssääntöön näkymät luodaan, vaikuttaa oleellisesti myös näkymien sijaintiin projektiselaimessa (*Project Browser*). Mallipohjan eri näkymäasetuksia voidaan poistaa, kopioida ja nimetä uudelleen ikkunan vasemmasta alakulmasta. Muiden järjestyssääntöjen näkymäasetukset voi olla järkevä siivota omasta mallipohjasta, mikäli niitä ei tarvita.

Kuvassa 5 on valittuna aktiiviseksi yksi näkymäasetus, jonka ominaisuudet voidaan nähdä ikkunan näkymäominaisuudet (*View properties*) kohdasta. Näkymän ominaisuuksilla vaikutetaan siihen, mitä näkymäasetus näyttää ja ylipäätään pitää sisällään, kuten mittakaava (*View Scale*) tai objektien esityslaatu (*Detail Level*). Näkymäasetuksissa näkyviä elementtejä tai komponentteja muutetaan *Näkyvyyden/Grafiikan* ohitusasetuksista (*V/G Overrides*), jotka on esitetty kuvassa 6. [14.]



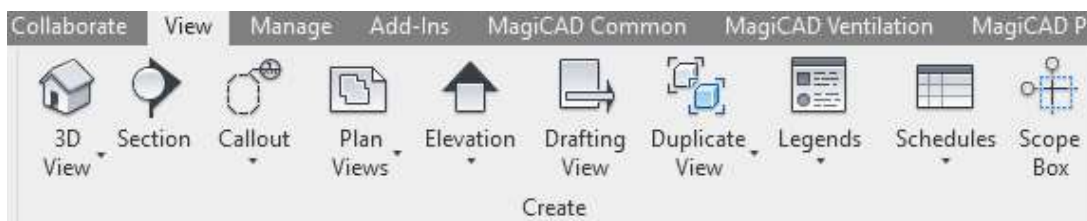
Kuva 6. Näkyvyyden ja grafiikan ohitusasetukset.

Mallikategorioiden (*Model Categories*) näkyvyysasetuksia muuttamalla vaikutetaan siihen, mitä näkymäasetus näyttää suunnitelluista objekteista tai elementeistä, kuten IV-päätelaitteet (*Air Terminals*) [15]. Kategorioista valitaan tarvittavat kategoriat ja merkitään ne aktiiviseksi, jolloin ne näytetään näkymässä. Kategorian viivan tai läpinäkyvyyden esitystyyliä voidaan tarvittaessa myös muuttaa kohdassa *esitys/paljastus (Projection/Surface)* [15]. Kuvan 6 esimerkissä on kyse ilmastoinnin tasonäkymästä, jolloin siihen valitaan aktiiviseksi ilmanvaihtoon liittyvät kategoriat sekä muita tarvittavia kategorioita, kuten alueet (*Spaces*) ja tilat (*Rooms*). Mallikategorioiden lisäksi *Näkyvyyden/Grafiikan* ohitusasetukset sisältävät muitakin muokattavia kategoriaryhmiä, joita mallikategorioiden tyyliin muuttamalla vaikutetaan näkymän asetuksiin ja saadaan joko piilotettua tai lisättyä tarpeen mukaisia kategorioita. Esimerkiksi merkintäkategorioilla (*Annotation Categories*) voidaan vaikuttaa erilaisten kommenttien, huomautuksien tai tekstien näkyvyyteen ja tuoduilla kategorioilla (*Imported Categories*) vaikutetaan projektiin linkitettyjen tiedostojen näkyvyyteen [15].

Erilaisia näkymäasetuksia kannattaa tehdä useampia vastaamaan yrityksen erilaisia tarpeita, koska niitä voidaan luoda rajattomasti ja käyttää tarpeen mukaan. Tulostus- ja tasonäkymille voi olla kannattavaa tehdä oma näkymäasetus, jolloin esimerkiksi suunnittelussa käytetty mittakaava tai esityslaatu ei tarvitse olla sama kuin tulostuksessa käytettävä. Eri tulostusnäköasetukset luodaan helpoiten kopioimalla valmis tasonäkymäasetus, joka nimetään uudelleen ja muokataan tarpeita vastaavaksi.

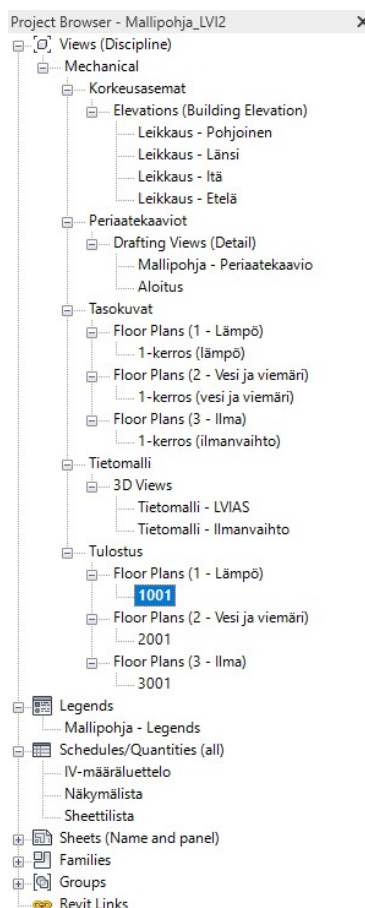
### 5.2.3 Näkymät

Korkeusasemien ja näkymäasetuksien määrittämisen jälkeen voidaan mallipohjaan valmistella mallinäkymiä. Uusia näkymiä luodaan *Näytä*-välilehden (*View*) *Luo*-ryhmän (*Create*) toiminnoista, jotka on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Eri näkymien luontitoiminnot

AutoCADin suunnittelutiedostoja muistuttavia tasonäkymiä luodaan pohjapiirroscopykalun (*Plan Views*) pohjakuvatoiminnolla (*Floor Plan*), jossa valitaan haluttu korkeusasema ja näkymän tyyppi. Tämän jälkeen näkymä tulee esille projektiselaimessa (*Project Browser*), minkä jälkeen se voidaan valita aktiiviseksi ja muokata näköasetus näkymän ominaisuuksista. Osastomme mallipohjaan luotiin taso- ja tulostusnäkömämallit seuraaville suunnittelulajeille: lämmitys ja jäähdytys, vesi ja viemäri sekä ilmanvaihto. Lisäksi mallipohjaan valmisteltiin tietomalli- ja periaatekaavionäkymämallit, jotka luodaan tasonäkymän periaatteella *Näytä*-välilehdeltä (*View*). Mallipohjan lopulliset mallinäkymät on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Mallipohjan mallinäkömät.

Kussakin näkymässä käytetään mallipohjaan edellisessä osiossa *5.2.2 Näkymäasetukset* määritettyjä näkymäasetuksia, jolloin esimerkiksi ilmanvaihtonäkymässä näkyvät vain siihen liittyvät kanavat ja komponentit sekä muut oleelliset kategoriat. Lisäksi tulostettaville suunnitelmille on tehty omat näkymät ja näkymäasetukset, jolloin tulosteissa voidaan käyttää eri esitystarkkuutta ja mittakaavaa.

#### 5.2.4 Parametrit

Revitissä käytetään parametrejä tuotteiden, komponenttiluokkien ja koko mallin sisäisten elementtien eri tietojen määrittämiseen, tallentamiseen sekä välittämiseen. Parametreja on kolmea eri tyyppiä: projektin parametrit, jaetut parametrit ja globaalit parametrit. Projektin parametrit on tarkoitettu projektin sisäisille elementeille tai tiedoille, eikä niitä voi

jakaa muiden projektien tai perheiden (*Families*) kanssa. Jaetut parametrit ovat puolestaan parametreja, joita voidaan jakaa muihin projekteihin käytettäväksi sekä hyödyntää eri perheissä (*Family*), kuten tulostusarkkien nimiöissä. Globaalit parametrit ovat projektin parametrien tapaan projektin sisäisiä parametreja, mutta niille ei määritetä omia luokkia. Erilaisia parametreja voi luoda ja hyödyntää tarpeiden mukaan, kuten putkien mittateksteissä, mutta mallipohjassamme keskityttiin ainoastaan tulostusarkin nimiöön, jossa hyödynnettiin projektin parametreja sekä jaettuja parametreja. [16.]

Revitissä käytettävät objektit tai elementit kuuluvat aina johonkin perheeseen, kuten myös tulostusarkit. Erilaisia perheitä ladataan projektiin tai mallipohjaan, jolloin ne eivät ole projektikohtaisia tai -riippuvaisia. Koska tulostusarkkikin on projektiin ladattava perhe, se ei ole projektista riippuvainen ja tämän takia tulostusarkin nimiössä on käytettävä jaettuja parametreja, joiden avulla välitetään projektin sisäisiä yhteisiä tietoja kaikille projektin eri tulostusarkeille, kuten projektin kohde tai rakennuksen numero. Parametrien avulla jokaiseen eri tulostusarkkiin ei tällöin tarvitse erikseen täyttää tulostusarkista riippumattomia tietoja, vaan riittää, että ne täytetään kerran.

Uusi jaettu parametritiedosto luodaan ja sen sisältöä muokataan *Hallinta*-välilehden (*Manage*) *Jaetut Parametrit*-toiminnosta (*Shared Parameters*). Tiedostoon kannattaa luoda parametreille oma ryhmä (*Group*) aina käyttötarkoituksen tai -kohteen mukaan, jolloin ne ovat helpommin hallinnoitavissa [17]. Esimerkiksi osastomme jaettuun parametritiedostoon luotiin Nimiö-ryhmä, johon sisällytettiin nimiössä käytettävät parametrit. Vaikka jaettu parametritiedosto on käytettävissä useammassa projektissa, voi olla järkevää tehdä omat tiedostot eri suunnittelualoille, kuten LVI ja RAK. Jaettu parametritiedosto kannattaa tallentaa samaan paikkaan sitä koskevan mallipohjan kanssa, jolloin varmistutaan eri parametrien toimivuudesta. Jaetun parametritiedoston tiedostopäätte on TXT [17].

Mallipohjamme tulostusarkissa käytettiin pohjana arkkitehtiemme tekemää tulostusarkkia nimiöineen, joka muokattiin osastomme tarpeita vastaavaksi ja johon luotiin tarvittavat parametrit tulostusarkista riippuville ja riippumattomille tiedoille. Tulostusarkista riippuvia tietoja ovat esimerkiksi piirustuksen sisältö ja tunnus, ja riippumattomia tietoja ovat esimerkiksi kohteen osoitetiedot.

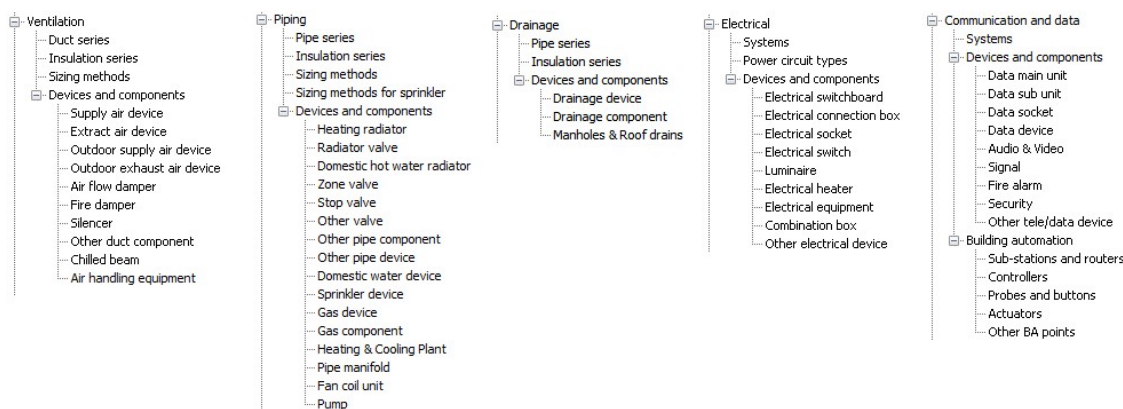
Kun tarvittavat parametrit on lisätty jaettuun parametritiedostoon, on samat parametrit tuotava käytettäväksi myös mallipohjan projektiparametreihin. Parametreja lisätään projektiparametreihin *Hallinta*-välilehden (*Manage*) *Projektiparametrit*-toiminnosta (*Project Parameters*), josta voi lisäksi poistaa ja muokata projektin sisäisiä parametrejä. Jaettu parametri lisätään projektin parametreihin *Lisää*-toiminnosta (*Add*), minkä jälkeen valitaan parametrin tyyppistä jaettu parametri sekä etsitään jaetusta parametritiedostosta projektissa tarvittava parametri. Parametrin tieto (*Parameter Data*) voi olla kahta eri tyyppiä, ja tämä vaikuttaa myös parametrille saatavilla oleviin kategorioihin.

Tulostusarkin nimiön eri parametrien on tarkoitus näyttää kaikissa nimiössä samat perustiedot, joten parametrin tiedoksi valitaan tapahtuma (*Instance*) sekä kategoriaksi projektin tiedot (*Project Information*). Se mikä ryhmä parametrille valitaan, vaikuttaa siihen, mihin ryhmään parametri jakautuu. Nimiön yleistietojen parametreissa käytettiin ryhmänä yleiset (*General*). Silloin kun eri parametreja sisällytetään *Projektin tiedot* -kategoriaan, voidaan parametrien arvoja muuttaa *Hallinta*-välilehden *Projektin tiedot* (*Project Information*) -kohdasta keskitetysti. Kun parametrit on lisätty niin projektin parametreihin kuin jaettuihin parametreihinkin, ne voidaan vastaavalla periaatteella hakea jaetusta parametritiedostosta tulostusarkin nimiöön ja yhdistää siinä käytettäviin tietoihin. Tulostusarkin nimiön parametrien toimivuuden edellytyksenä on se, että samat parametrit löytyvät niin projektiparametreista, jaetuista parametreista kuin myös tulostusarkin nimiöstä.

### 5.3 Tietoaineisto (*Dataset*)

Tietoaineisto on MagiCAD for Revitin aloitustiedosto, jota hyödynnetään uusien projektien luonnissa. Se toimii niin sanottuna tallennuspaikkana, jonka sisältö voidaan siirtää projektiin. Tietoaineistoon voidaan sisällyttää tuotteita, komponentteja, mitoitusmenetelmiä ja eristyssarjoja, kuten IV-päätelaitteita ja putkissa käytettäviä eristeitä. Eri tietojen tai tuotteiden sisällyttäminen tietoaineistoon nopeuttaa siten mallipohjien tapaan uusien projektien luontia ja auttaa varmistamaan niiden samankaltaisuuden. Tietoaineiston tiedostomuoto on MRV, ja niitä voidaan luoda useampi vastaamaan eri projektityyppejä. Voi olla esimerkiksi kannattavaa luoda oma tietoaineisto erityyppisille rakennuksille, kuten sairaala- ja asuinrakennuksille. [18.] Tietoaineiston sisältö on esitetty kuvassa 9.





Kuva 9. Tietoaineiston sisältö [19].

Uusi tietoaineisto luodaan *MagiCAD Common* -välilehdeltä toiminnosta *Manage Dataset*. Vastaavasti olemassa oleva tietoaineisto voidaan valita projektiin samasta toiminnosta. Uuden tietoaineiston luomisessa voidaan haluttaessa käyttää pohjana olemassa olevaa tietoaineistoa, jolloin siinä käytettävät tiedot ja tuotteet kopioituvat uuteen tietoaineistoon. Tietoaineiston luomisen jälkeen sen muokkaus tapahtuu *MagiCAD*-välilehtien *Muokkaa tietoaineistoa* -toiminnolla (*Modify Dataset*). [18.] Tuotteita tai tietoja lisätään ja muokataan hiiren oikealla näppäimellä. Uusia tuotteita voidaan lisäksi hakea kattavasta *MagiCAD*-pilvipalvelusta, joka sisältää monipuolisen valikoiman Suomen LVIAS-tuotteita niiden todellisilla mitoilla useammilta valmistajilta.

Tuotteiden sekä eriste- ja putkisarjojen lisääminen tietoaineistoon tapahtuu hyvin pitkälti samalla tavalla kuin niiden lisääminen *MagiCAD for AutoCAD*in projektitiedostoon. Valikon eri ryhmät muistuttavat jopa toisiaan myös nimiltään, joten voi olla suositeltavaa jäljitellä hyväksi todettua *MagiCAD for AutoCAD*in projektitiedostoa. *MagiCAD for AutoCAD*in projektitiedostosta ei voida kuitenkaan suoraan siirtää tietoaineistoon samoja tuotteita tai niiden tietoja, mutta molemmat lisäosat käyttävät samaa tietokantaa, jolloin samat tuotteet voidaan hakea uudestaan. Vastaavaan tapaan putki- ja eristesarjat voidaan luoda uudestaan *MagiCAD for AutoCAD*in projektitiedostossa käytettyjen ominaisuuksien mukaan, koska niissä sisällytettävät tiedot ovat pitkälti samat myös *MagiCAD for Revit*issä.

## 5.4 Kansiorakenne

Yrityksessämme on luotu erilaisille AutoCAD-projekteille valmiiksi omat mallikansiot, joiden tarkoitus on yhtenäistää eri projektien kansiorakennetta ja nopeuttaa uusien projektien luontia. Rakenteen samankaltaistaminen helpottaa myös navigointia eri projektien välillä, koska tiedostojen tai kansioden sijainnit pysyvät samana projektista riippumatta. Mallikansiossamme on luotu suunnittelulajikohtaisia alikansioita, esimerkiksi *Lämmitys ja jäähdytys* sekä *Ilmastointi*, joihin tallennetaan kunkin suunnittelulajin tiedostot usein kerroskohtaisesti. Revitissä on AutoCADistä poiketen vain yksi tiedosto, minkä vuoksi AutoCAD-projekteissa käytetty mallikansio ei suoraan sovellu käytettäväksi Revit-projekteihin, ja niille on luotava oma mallikansio.

Revit-projekteissa käytettävän mallikansion valmistelu ennen varsinaista pilottiprojektia on jokseenkin hankalaa, koska kokemusta toimivasta kansionrakenteesta ei vielä ole. Ohjelmiston käyttöönoton helpottamiseksi pyrittiin mallikansion rakenne pitämään mahdollisimman samankaltaisena ja ennallaan nykyisen kansiorakenteen kanssa. Revit-projektien mallikansion pohjana käytettiin yrityksemme AutoCAD-projekteissa käytettävää mallikansiota, joka muokattiin Revitin ympäristöön soveltuvaksi. Kansioista muun muassa poistettiin DWG-tiedostoille tarkoitettuja alikansioita ja lisättiin erilaisille luetteloille omia kansiota. Revit-projekteille luotu mallikansio on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Revit-projektin mallikansio.

*00 LVI-asiakirjat* -kansiota hyödynnettiin sellaisenaan AutoCAD-projektien mallikansioistamme ja siihen tallennetaan esimerkiksi LVI-työselostus tai muita vastaavanlaisia asiakirjoja. Koska yrityksemme automaatiopuoli käyttää suunnittelussa CADs-ohjelmistoa, säilytettiin myös automaatioon liittyvä *0 Automaatio* -kansio sellaisenaan. *1 Luettelot* -kansioon on lisätty suunnittelulajikohtaiset alikansiot, joihin voidaan tallentaa esimer-



kiksi eri päätelaiteluetteloita. Revitissä luotuja suunnitelmia on lisäksi mahdollista tulostaa eri tiedostomuodoissa, kuten DWG- tai PDF-tiedostoina, joten niitä varten luotiin oma *2 Exportatut* -kansio.

## 6 Kustannustarkastelu

Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönottoon liittyy erilaisia kustannuksia, joita olisi syytä tarkastella ja huomioida ennen ohjelmistojen varsinaista käyttöönottoa. Ohjelmistojen käyttö edellyttää luonnollisesti ohjelmistolisenssejä, ja ennen varsinaista Revit-projektia olisi syytä tarkastella mahdollisten käyttökoulutuksien tarvetta. Käyttöönottoa harmitessa ja hyvissä ajoin ennen varsinaista projektia olisi suositeltava myös resursoida ainakin yksi henkilö valmistelemaan ohjelmistoissa käytettävät aloitustiedostot, jolloin oikean projektin kohdalla ei tarvitsisi aloittaa tyhjästä ja päästäisiin heti tehokkaasti suunnittelemaan. Samoja aloitustiedostoja käytettäessä saadaan myös yhtenäistettyä eri projektit, eikä aloitustoimenpiteitä tarvitse tehdä uuden projektin kohdalla toistamiseen, ks. *5 Käyttöönoton valmistelut*. Kustannuksia saattaa myös muodostua eri käyttäjien työosien osalta, koska Revit on ohjelmana huomattavan paljon raskaampi kuin AutoCAD.

Seuraavissa osioissa on kerrottu ohjelmistolisenssiin liittyvistä kustannuksista sekä muista käyttöönottoon liittyvistä kustannuksista, jotka olisi syytä huomioida ennen varsinaista ohjelmiston käyttöönottoa.

### 6.1 Ohjelmistolisenssien kustannusvertailu

Ohjelmistolisenssien kustannusvertailu suoritettiin vertailemalla molempien ohjelmistoyhdistelmien yhteenlaskettuja kustannuksia yksittäisillä 12 kuukauden määräaikaisilla lisensseillä, joissa vertailuhetki oli 20.3.2020. Laskelmissa tulokset ilmoitetaan prosentuaalisesti ja lisenssien kustannuksien tietolähteinä on käytetty ohjelmistojen kehittäjiltä saatuja sopimuksettomia hintoja.

AutoCADin ja Revitin kehittäjä Autodesk tarjoaa ohjelmilleen kahta erilaista lisenssiversiota: AutoCAD, AutoCAD LT, Revit ja Revit LT. LT-päätteisten versioiden ero on edullisemmän hinnan lisäksi se, että versio on kevyempi ja yksinkertaistempimpi eikä sisällä kaikkia ohjelmien tarjoamia toimintoja, kuten verkkolisenssimahdollisuutta. Ohjelmiston käyttötarkoitus yrityksessämme edellyttää täysversiota, jolloin kustannusvertailussa käytettiin ainoastaan Revit- ja AutoCAD-ohjelmistolisenssien kustannuksia. Revit-ohjelmistolisenssin kustannukset verrattuna AutoCAD-ohjelmistolisenssiin on esitetty taulukossa 2.

MagiCAD for Revit ja MagiCAD for AutoCAD on mahdollista saada lisensoitua toimialakohtaisesti, kuten MagiCAD Electrical, MagiCAD Piping tai MagiCAD Ventilation [20]. Toimialakohtainen lisensointi vaikuttaa lisenssien kustannuksiin [20], mutta yrityksemme LVI-suunnittelu edellyttää MagiCAD Piping- ja MagiCAD Ventilation -toimialoja, joten kustannusvertailun yksinkertaistamiseksi laskelmissa käytettiin ainoastaan näiden lisenssien yhteenlaskettuja kustannuksia. MagiCAD for Revit -ohjelmistolisenssin kustannukset verrattuna MagiCAD for AutoCAD -ohjelmistolisenssiin on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Ohjelmistolisenssien kustannusvertailu.

Ohjelmistolisenssi	Muutos %
<i>AutoCAD (Täysversio)</i>	-
<i>Revit (Täysversio)</i>	+43 % [20]
<i>MagiCAD for AutoCAD (Piping+Ventilation)</i>	-
<i>MagiCAD For Revit (Piping+Ventilation)</i>	-24 % [21]

Lisenssien kustannusvertailun tuloksena voidaan sanoa, että harkittaessa Revitiin ja MagiCAD for Revitiin siirtymistä on ohjelmistoyhdistelmän yhteenlaskettujen lisenssien kustannuksissa odotettavissa noin +3 %:n lisäkustannus AutoCAD ja MagiCAD for AutoCAD -ohjelmistoyhdistelmään verrattuna, kun verrattavina lisensseinä käytetään 12 kuukauden määräaikaista ohjelmistolisenssejä. Toisaalta on huomioitava, että Revit ja MagiCAD for Revit sisältävät enemmän toimintoja ja tarjoavat uusia mahdollisuuksia tehostaa suunnittelua. Lisäksi on huomioitava Revitin tarjoamat tietomallintamisen mahdollisuu-

det, jolloin kolmannen osapuolen tietomallin tarkasteluohjelmia ei tarvita. Revitin ja MagiCAD for Revitin toiminnoista ja mahdollisuuksista on mainittu enemmän luvussa 4. *Revitin ja MagiCAD for Revitin mahdollisuudet*. Yrityksillä saattaa olla myös omia sopimushintoja ohjelmistojen kehittäjien kanssa, mikä vaikuttaa lisenssien kustannuksiin.

## 6.2 Muut kustannukset

Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönottoon liittyy lisenssien lisäksi muitakin kustannuksia, joita olisi suositeltava tarkastella ennen varsinaista käyttöönottoa. Ohjelmiston käyttöönottoon liittyvä siirtymävaihe on oletetusti haastavin tekijä, koska Revit ja AutoCAD eroavat rakenteiltaan sekä käyttöliittymiltään huomattavasti. Revitin käytön opettelu sulavaan työkäyttöön verottaa tällöin oman aikansa ja ulkopuoliset käyttökoulutukset saattavat olla tarpeen ennen ensimmäistä projektia. MagiCAD tarjoaa käyttäjilleen erilaisia käyttökoulutuksia Revitiin ja MagiCAD for Revitiin, ja pelkästään Revitin käyttökoulutuksia on mahdollista saada useammilta eri yrityksiltä. Eri koulutuksien hinnat muodostuvat usein sopimuskohtaisesti, ja niihin vaikuttaa koulutettavan ryhmän koko sekä koulutuksen laajuus.

Ennen ohjelmiston käyttöön siirtymistä olisi kannattava resursoida ainakin yksi henkilö valmistelemaan niissä käytettävät aloitustiedostot, jotka nopeuttavat projektin luontia. Aloitustiedostojen avulla saadaan myös yhdenmukaistettua ja vakioitettua projektin rakennetta, joka helpottaa ohjelman sisäistä navigointia. Revitissä käytettävä aloitustiedosto on mallipohja (*Template*) ja MagiCAD for Revitin aloitustiedosto on tietoaaineisto (*Dataset*). Aloitustiedostojen valmistelussa on kerrottu enemmän osiossa 5 *Käyttöönoton valmistelut*.

Koska Revit on oletetustikin AutoCADiä raskaampi, erilaisia kustannuksia saattaa muodostua niiden työasemien osalta, joilla ohjelmaa käytetään. Autodesk on julkaissut sivustollaan erilaisia suosituksia työaseman tyypistä, jota voi olla järkevää verrata käytössä olevaan työasemaan ja tätä kautta pohtia sen päivittämistä. Yrityksemme käytössä olevien työasemien suorituskyvyn kartoituksesta on kerrottu enemmän osiossa 5.1 *Työasema*. Esimerkiksi LVI2-ostastomme perussuunnittelijan työasemien kohdalla Revitiin siirtyminen tarkoittaisi noin +30 %:n lisäkustannuksia aikaisempaan verrattuna.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteina oli valmistella Revitin ja MagiCAD for Revitin käyttöönotto ja luoda valmiudet osastomme ensimmäistä pilottiprojektia varten. Työn tarkoitus oli syventyä ohjelmien käyttöön ja rakenteeseen, tarkastella käyttöönottoa edeltäviä toimenpiteitä ja kustannuksia sekä valmistella projektien luontia nopeuttavat aloitustiedostot mallipohja (*Template*) ja tietoaineisto (*Dataset*). Työ toteutettiin talo- ja infrarakentamisen suunnittelu- ja konsultointialanyritykselle nimeltä Sitowise ja siinä keskityttiin ainoastaan yrityksen Espoon LVI2-osastoon, jossa oli tehty alustava selvitys Revitin ja MagiCAD for Revitin soveltumisesta LVI-suunnitteluun. Selvityksessä todettiin ohjelmistoista löytyvän potentiaalia suunnittelun tehostamiseen, minkä vuoksi yrityksessä päätettiin luoda valmiudet ohjelmien käyttöönottoon ja testata niitä oikean projektin parissa.

Tulevaisuuden näkymät johtavat aktiivisesti kohti tietomallintamisen hyödyntämistä niin rakennus- kuin suunnitteluvaiheessakin, johon Revit ja MagiCAD for Revit tarjoavat melko hyvät puitteet nykyisin käytössä oleviin suunnitteluohjelmistoihin AutoCADiin ja MagiCAD for AutoCADiin verrattuna. Lisäksi ohjelma mahdollistaa paremman kommunikoinnin ja yhteistyön projektin eri osapuolien välillä, mikä itsessään jo tehostaa suunnittelua nykytilanteeseen verrattuna. Näitä ohjelmistoja on alkanut näkyä yhä enemmän myös urakkatarjouspyynnöissä, minkä vuoksi on perusteltua valmistautua ohjelmien käyttöönottoon mahdollisia hankkeita ajatellen.

Vaikka ohjelmistojen siirtymävaihe on oletustikin haastavin ja käytön opettelu vaatii aluksi enemmän aikaa, tarjoavat Revit ja MagiCAD for Revit kiistattomia etuja suunnitteluprosessin tehostamista ajatellen. Toisaalta Revit eroaa huomattavasti yrityksen nykyisin käytössä olevasta AutoCADistä, jolloin ohjelmiin siirtyminen saattaa edellyttää sen tuleville käyttäjille erilaisia käyttökoulutuksia. On myös osattava huomioida ohjelmien käyttöönotosta aiheutuvia muita tekijöitä, kuten tarvittavat ohjelmistolisenssit. Lisäksi ohjelmat ovat aikaisemmin yrityksen käytössä olleita ohjelmia huomattavasti raskaampia, mikä puolestaan tarkoittaa työasemiin liittyviä tarkasteluja ja investointeja. Toisaalta on muistettava, että Revitissä ei kolmannen osapuolen mallin tarkasteluohjelmia tarvita, mikä puolestaan säästää kustannuksia ja mahdollista paremman koordinaation projektin osapuolten välillä.

## Lähteet

- 1 AutoCAD. 2020. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://www.autodesk.fi/products/autocad/overview>>. Luettu 24.02.2020.
- 2 MagiCAD LVIS-sovellukset. 2020. Verkkoaineisto. MagiCAD Group Oy. <<https://www.magicad.com/fi/lvis-sovellukset/>>. Luettu 24.02.2020.
- 3 Revit. 2020. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://www.autodesk.fi/products/revit/overview>>. Luettu 24.02.2020.
- 4 Helander, J. 2020. Suunnittelujohtaja, Sitowise. Nykytilanteen analyysi. Haastattelu. 03.03.2020.
- 5 Suvanto, A. 2020. Osastopäällikkö, Sitowise. Nykytilanteen analyysi. Haastattelu. 05.03.2020.
- 6 What's New in AutoCAD 2019. 2019. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/AutoCAD-Core/files/GUID-4B04BE19-E966-4EE1-A21D-D00540BFE635-htm.html>>. Luettu 26.02.2020.
- 7 About Schedules. 2018. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-73090B70-8A13-4E12-909C-F25D724D5BA7-htm.html>>. Luettu 28.02.2020.
- 8 Parameters. 2020. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-Model/files/GUID-D927E0DC-F720-4F7D-AACD-8B06787793CB-htm.html>>. Luettu 28.02.2020.
- 9 Worksharing Terminology. 2019. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-Collaborate/files/GUID-6ED32B4D-4BDE-4AB0-83A8-C2D284AD0950-htm.html>>. Luettu 01.03.2020.
- 10 Piittala, T. 2020. Technical Area Manager, MagiCAD Group. Revit ja MagiCAD for Revit. Haastattelu. 05.03.2020.
- 11 About copying Elements from a Linked Model. 2019. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-Collaborate/files/GUID-6C7C13F3-1EE6-45C9-92B8-2F36C2CBB7EA-htm.html>>. Luettu 01.03.2020.

- 12 Project Templates. 2015. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/Revit-Customize/files/GUID-4C16B54A-7ADA-4DEB-A278-C199B1BC4207-htm.html>>. Luettu 03.03.2020.
- 13 Create a View Template. 2018. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-Customize/files/GUID-A84B0E96-DD75-4D3E-AB24-C723839873FD-htm.html>>. Luettu 03.03.2020.
- 14 View Template Properties. 2018. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-Customize/files/GUID-66D789A8-AB92-4AF0-B884-DF3A3302E117-htm.html>>. Luettu 03.03.2020.
- 15 Visibility and Graphic Display in Project Views. 2018. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-A2FC119B-51D7-4C2E-84ED-CD51983EC532-htm.html>>. Luettu 03.03.2020.
- 16 About Parameters. 2018. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Revit-Model/files/GUID-AEBA08ED-BDF1-4E59-825A-BF9E4A871CF5-htm.html>>. Luettu 04.03.2020.
- 17 About Setting Up Shared Parameter Files. 2019. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/Revit-Model/files/GUID-1929027A-B304-401E-BCDC-11ED3D3E67CE-htm.html>>. Luettu 04.03.2020.
- 18 1.2 Dataset. 2020. Verkkoaineisto. MagiCAD. <[https://help.magicad.com/mcrev/2020/EN/1\\_2\\_dataset.html?ms=AAAAAAAAAAAAAA%3D%3D&st=MA%3D%3D&sct=MA%3D%3D&mw=MjQw](https://help.magicad.com/mcrev/2020/EN/1_2_dataset.html?ms=AAAAAAAAAAAAAA%3D%3D&st=MA%3D%3D&sct=MA%3D%3D&mw=MjQw)>. Luettu 15.02.2020.
- 19 Product Selection. 2020. Verkkoaineisto. MagiCAD. <[https://help.magicad.com/mcrev/2020/EN/product\\_selection\\_1.html?ms=CQAAAAAAAAAAAA-BAQ&st=MA%3D%3D&sct=MA%3D%3D&mw=MjQw](https://help.magicad.com/mcrev/2020/EN/product_selection_1.html?ms=CQAAAAAAAAAAAA-BAQ&st=MA%3D%3D&sct=MA%3D%3D&mw=MjQw)>. Luettu 15.02.2020.
- 20 Tilaa Revit. 2020. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://www.autodesk.fi/products/revit/subscribe?plc=RVT&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>>. Luettu 07.03.2020.
- 21 Nieminen, T. 2020. Sales Engineer, MagiCAD Group. Revit ja MagiCAD for Revit. Haastattelu. 19.03.2020.

1. Mitä mieltä olet nykyisin käytössä olevasta suunnitteluohjelmistosta AutoCADistä ja MagiCAD for AutoCADistä?
2. Milloin kyseinen ohjelmisto otettiin yrityksessä käyttöön?
3. Mahdollistiko ohjelmisto tietokoneavusteisen LVI-suunnittelun ensimmäisen ker-  
ran?
4. Kuinka pitkään olet käyttänyt kyseistä suunnitteluohjelmistoa?
5. Oliko nykyisin käytössä olevaa suunnitteluohjelmistoa ennen käytössä muita  
suunnitteluohjelmistoja?
6. Oletko havainnut ohjelman käytössä erilaisia ongelmia tai suunnitteluprosessia  
hidastavia tekijöitä?
7. Jos sinun pitäisi nimetä ohjelmiston edut ja mahdollisuudet, mitä ne olisivat?
8. Jos sinun pitäisi nimetä ohjelmiston haitat ja haasteet, mitä ne olisivat?
9. Kuvaile nykyistä toimintatapaa nykyisellä suunnitteluohjelmistolla.
10. Mahdollistaako AutoCAD useamman henkilön samanaikaisen käytön?
11. Miten AutoCADissä muutoksien hallinta ja niiden paikannus toimii?
12. Onko jotain muuta mitä haluaisit tuoda esille?
13. Mitä mieltä olet tietomallintamisesta?
14. Mitä hyötyjä tietomallintamisella saadaan?
15. Onko tietomallintaminen viime aikoina lisääntynyt?
16. Hyödynnetäänkö tietomallintamista nykyään kaikissa hankkeissa?
17. Miten tietomallintaminen on lisääntynyt ohjelmiston käyttösi aikana?
18. Miten tietomallintamiseen voidaan vastata nykyisin käytössä olevalla suunnitte-  
luohjelmistolla?



1. Mitä mieltä olet Revitistä ja MagiCAD for Revitistä?
2. Miten Revit ja MagiCAD for Revit eroavat AutoCADistä ja MagiCAD for AutoCADistä?
3. Jos sinun pitäisi nimetä ohjelmistojen edut ja mahdollisuudet, mitä ne olisivat?
4. Jos sinun pitäisi nimetä ohjelmistojen haitat ja haasteet, mitä ne olisivat?
5. Minkälaisia haasteita Revitin ohjelmistoympäristöön siirtymisestä on, ja mitkä tekijät siihen vaikuttavat?
6. Onko Revitiin ja MagiCAD for Revitiin siirtyminen vielä ajankohtaista?
7. Minkä hintainen on yksi MagiCAD for AutoCAD -lisenssi ilman erillisiä sopimushintoja?
8. Onko MagiCAD for Revit -lisenssi mahdollista saada lisensoitua toimialakohtaisesti, kuten MagiCAD for AutoCAD?
9. Minkä hintainen on yksi MagiCAD for Revit -lisenssi ilman erillisiä sopimushintoja?
10. Kuinka paljon arvioit uuden käyttäjän tarvitsevan käyttökoulutusta, jos siirrytään AutoCADin ohjelmistoympäristöstä?
11. Tarjoatteko käyttökoulutuksia Revitiin ja MagiCAD for Revitiin?
12. Onko jotain muuta mitä haluaisit tuoda esille?