



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

MAGICAD FOR REVIT -OHJELMISTO

Lisätyökalut ja -toiminnot talotekniikan suunnittelussa

Turo Mikkola

Opinnäytetyö
Toukokuu 2019
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-talotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
LVI-talotekniikka

MIKKOLA TURO:

Magicad for Revit -ohjelmisto

Lisätyökalut ja -toiminnot talotekniikan suunnittelussa

Opinnäytetyö 48 sivua

Toukokuu 2019

Tietomallisuunnittelu on nykyään tavallista ja se yleistyy entisestään tulevaisuudessa. Tietomallintamisen avulla suunnittelun ja rakentamisen laatu, tehokkuus, turvallisuus ja kestävä kehitys mukaiset hankkeet paranevat. Tämän vuoksi suunnitteluyritysten tarvitsee pohtia, onnistuuko tietomallintaminen heillä käytössä olevilla suunnitteluohjelmilla vai tarvitseeko hankkia uusia ohjelmia.

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Magicad for Revit -ohjelmistoa ja syvennyttiin sen lisätyökaluihin sekä -toimintoihin. Työssä tutkittiin Magicad for Revit -ohjelman lisätyökalujen ja -toimintojen hyödyllisyyttä osana talotekniikka-suunnittelua (TATE-suunnittelua). Saatuja tuloksia verrattiin tällä hetkellä käytössä olevaan Magicad for Autocad -ohjelmaan.

MagiCAD for Revit -ohjelman opettelu tapahtui netistä löytyvien ohjelmakehittäjien opetusvideoiden sekä ohjekirjan avulla. Ohjelman käyttöä harjoiteltiin entuudestaan Autocad -pohjaisella ohjelmalla suunniteltuihin kohteisiin. Magicad for Revitin tarkoituksena on tehdä tietomallisuunnittelussa helpompaa, tehokkaampaa ja tarkempaa. Sen lisätyökalujen sekä -toimintojen avulla tietomallisuunnittelu voidaan laajentaa putkien, kanavien ja kaapeliyhlyjen kannakointiin.

Ohjelmassa on toimintoja, jotka puuttuvat Autocad -pohjaisesta Magicadista. Toimintojen avulla suunnittelija pystyy yhdistämään muun muassa kanavat päätelaitteisiin älykkäällä yhdistämisvalikolla, suorittamaan kanavaristeilyt yhdellä toiminnolla sekä tekemään eri tekniikoiden törmäystarkastelut koko rakennusmalliin. Ohjelman suurin ongelma on lämpöhäviölaskenta. Työn aikana tehtyjen tarkastelujen perusteella Heating and Cooling Loads -lisäosasta saatuihin tuloksiin ei voi luottaa, vaan laskenta täytyisi suorittaa erillisellä ohjelmalla.

Magicad for Revitin voidaan arvioida vähentävän suunnitteluun tarvittavia tunteja verrattuna tämänhetkiseen käytössä olevaan Magicad for Autocad -ohjelmaan. Kokonaisyödyllisyyden arvioiminen on kuitenkin hyvin hankalaa, koska varmuudella ei voida sanoa, kuinka monta tuntia suunnittelijalta kuluu ohjelman oppimiseen eikä arvioida, kuinka monta tuntia ohjelman käyttö vähentää suunnittelu-aikaa. Suunnittelun kehitys tulee myös vaikuttamaan siihen, kuinka suuri hyöty Magicad for Revitistä ja sen lisätyökaluista saadaan tulevaisuudessa.

Asiasanat: Magicad for Revit, tietomallintaminen, TATE-suunnittelu, lisätyökalut, Supports & Hangers, Heating and Cooling Loads

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
HVAC Building Services Engineering

MIKKOLA TURO:

Magicad for Revit software
Additional tools and functions in HVAC design

Bachelor's thesis 48 pages

May 2019

Building information modelling (BIM) is very common in modern engineering and will become more common in the future. BIM improves the quality, efficiency, safety, and sustainability in engineering projects. As a result, engineering companies need to consider whether they can use the current design programs or if the new BIM programs are needed.

The purpose of this thesis was to study Magicad for Revit software and to familiarise its additional tools and functions. The work focused on the usefulness of Magicad for Revit's additional tools and functions as part of the HVAC design. Obtained results were compared with the Magicad for Autocad program which is currently in use in most of the design companies.

Learning from the Magicad for Revit was done with online tutorials and books from the creators of the program. The use of the program was practiced on buildings designed in Autocad based Magicad program. The purpose of the Magicad for Revit is to make building information modelling easier, more efficient and more accurate. With its additional tools and functions, BIM can be extended to support piping, ducts and cable trays.

The program has features that are missing from Autocad-based Magicad. With the help of the functions in the program the designer can, for example, connect ducts to air devices with an intelligent merge option and search collisions of different technologies on the entire building model. The biggest problem with the program is to perform heat loss calculation. Based on the tests made during the work, the results showed that the Heating and Cooling Loads add-on cannot be trusted and for that reason the calculation should be done with a separate program.

Magicad for Revit can be estimated to reduce design hours compared with the current Magicad for Autocad program. However, evaluating the overall utility is very challenging because it is not possible to say with certainty how many hours the designer will spend learning the program and how many hours it will reduce the time required for overall planning. The HVAC design's future course will also affect the total benefits of the Magicad for Revit and its additional tools and functions.

Key words: Magicad for Revit, BIM, HVAC, Heating and Cooling Loads

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | TIETOMALLI..... | 8 |
| 2.1 | Mikä on tietomalli? | 8 |
| 2.2 | Yleiset tietomallivaatimukset 2012 | 9 |
| 2.3 | TATE-vaatimusmalli | 11 |
| 2.4 | TATE-tehtävät tietomallintamisessa..... | 12 |
| 3 | TIETOMALLINUSOHJELMISTOT | 15 |
| 3.1 | Autocad..... | 15 |
| 3.1.1 | Magicad for Autocad..... | 15 |
| 3.2 | Revit..... | 17 |
| 3.2.1 | Yleistä | 17 |
| 3.2.2 | Revit-käyttöjärjestelmä | 17 |
| 3.2.3 | Magicad for Revit | 19 |
| 4 | LISÄTYÖKALU MAGICAD SUPPORTS & HANGERS | 22 |
| 4.1 | Kannakointi..... | 22 |
| 4.2 | Lisätyökalu Supports & Hangers | 22 |
| 4.2.1 | Lisätyökalun käyttäminen | 23 |
| 4.2.2 | Lisätyökalun edut ja haitat | 26 |
| 5 | LISÄTYÖKALU HEATING AND COOLING LOADS | 28 |
| 5.1 | Lämpöhäviölaskenta | 28 |
| 5.2 | Lisätyökalu Heating and Cooling Loads | 29 |
| 5.2.1 | Lisätyökalun edut ja haitat | 33 |
| 6 | MUUT LISÄTYÖKALUT JA - TOIMINNOT | 35 |
| 6.1 | Provision for Builderswork Openings | 35 |
| 6.2 | Crossing -työkalu..... | 37 |
| 6.3 | Connection -toiminto | 39 |
| 6.4 | Interference Check -toiminto | 41 |
| 7 | YHTEENVETO | 43 |
| 8 | POHDINTA..... | 45 |
| | LÄHTEET..... | 47 |

ERITYISSANASTO

| | |
|---------------|---|
| Autocad | Autodeskin luoma tietomallinnusohjelma. |
| Archicad | Arkkitehtisuunnittelu- ja mallinnusohjelma. |
| BIM | Building Information Model – tietomalli on rakennuksen tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. |
| BREEAM | Maailmanlaajuinen ympäristöluokitusjärjestelmä. Ohjaa rakennuksen suunnittelua, rakentamista ja käyttöä. |
| Buildingsmart | Kansainvälinen organisaatio, joka pyrkii kehittämään rakennusalan ohjelmistojen yhteen toimivuutta. |
| COBIM | Hankkeen tavoitteena on kansalliset mallintamisohteet. |
| Dataset | MagiCAD -tuotteiden tallennustiedosto. |
| E-luku | Kertoo rakennuksen energiankulutuksen standardikäytöllä suhteessa lämmitettyyn nettoalaan. |
| Family | Tuotekirjasto. |
| IDA ICE | Energiasimulointiohjelma. |
| IFC | Industry Foundation Classes – neutraali tiedostomuoto, jolla mahdollistetaan tiedonsiirto eri ohjelmien välillä. |
| LEED | Yhdysvaltalainen vihreiden kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä, jonka avulla pyritään vähentämään rakentamisen ja kiinteistöjen käytön aikaista ympäristökuormitusta. |
| Magicad | Magicad Group Oy:n kehittämä LVIS-suunnitteluun tarkoitettu ohjelma Revitille ja AutoCADille. |
| MagiCloud | Verkossa toimiva palvelu, josta löytyy yli miljoona laitevalmistajien tarkastamaa BIM-objektia. |
| Newton | SI-järjestelmän voima yksikkö. |
| Parameters | Parametrit eli ominaisuudet. |
| Revit | Autodeskin luoma tietomallinnusohjelma. |
| TATE | Talotekniikka. |
| TATE12 | Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo. |
| Template | Lähtötietoaineisto. |
| U-arvo | Lämmönläpäisykerroin kuvaa, miten paljon tehoa tarvitaan pinta-alaan kohti, jotta saavutettaisiin tietty lämpötilaero eristerakenteen yli. |

1 JOHDANTO

Työn tilaajana toimii valtakunnallisesti toimiva asunto-, toimitila- ja korjausrakentamisen suunnittelija ja asiantuntija yritys Optiplan Oy. Optiplan on osa NCC-konsernia, joka on yksi johtavista rakentamisen, kiinteistökehityksen ja infrastruktuurin yrityksistä Pohjois-Euroopassa. Optiplanin pääkonttori sijaitsee Helsingissä, tämän lisäksi sillä on kolme toimipistettä eri puolella Suomea Tampereella, Turussa ja Oulussa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2018 tulee ylittämään 16 miljoonan euron rajan ja henkilöstömäärä yrityksessä samana vuonna on 183 työntekijää. (Optiplan Oy)

Työn aihe tuli yrityksen tahtotilasta suorittaa pilottihanke vuoden 2019 aikana, jossa talotekniikka-suunnittelu (TATE-suunnittelu) suoritettaisiin Magicad for Revit -ohjelmalla. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa yritykselle ohjeen kaltainen tutkimus Magicad for Revit -ohjelmistosta ja sen lisätyökalujen ja -toimintojen käytöstä ja hyödyllisyydestä TATE-suunnittelussa. Yritys on teettänyt vuoden 2018 aikana kaksi erilaista opinnäytetyötä liittyen Revittiin. Tämän työn on tarkoitus tukea näitä kahta aiemmin valmistunutta työtä.

Ensimmäinen työ on keväällä 2018 valmistunut Ville Aallon ”Lähtötietoaineiston luonti MagiCAD for Revit-ohjelmistoon”, joka käsittelee nimensä mukaisesti lähtötietoaineiston luontia. Lähtötietoaineisto eli template on aloituspohja ohjelmistoon, jonka avulla vältytään tekemästä samoja työvaiheita aina projektin aloituksissa. Kun template luodaan yritykselle, sen kaikki projektit suunnitellaan samoilla asetuksilla ja voidaan varmistua, että niistä tulee samannäköisiä ja ne vastaavat haluttuja vaatimuksia. Tässä työssä ollaan käytetty Aallon luomaa templatea.

Toinen työ on syksyllä 2018 valmistunut Aleksi Mäkelän ”MagiCAD for Revitin käyttöönoton edut ja haasteet LVI-suunnittelussa”, jonka tavoitteena oli luoda mahdollisimman laaja sekä ohjeen kaltainen kokonaisuus LVI-suunnittelusta Revitillä. Työn pääpaino on ohjelman käytössä ja miten se eroaa tällä hetkellä käytössä olevasta ohjelmistosta. Työssä käydään lävitse Revitin poikkeavat komennot, piirtämistä kyseisellä ohjelmalla ja tiimityöskentelyn mahdollisuutta samassa mallissa. Mäkelän työssä pohditaan paljon myös Revitin tulevaisuutta Optiplanilla sekä miten suunnittelun siirtyminen ohjelmistoon onnistuisi mahdollisimman sujuvasti.

Edellä mainittujen töiden perusteella yrityksellä oli halu tehdä jatkotutkimus Magicad for Revitin lisätyökaluista ja -toiminnoista. Tässä työssä käydään ensimmäiseksi lävitse mikä on tietomalli, minkälaisia vaatimuksia sille asetetaan sekä talotekniikan suunnittelijoiden tehtävät tietomallintamisessa. Tämän jälkeen käydään läpi erilaisia tietomallinnusohjelmia, jotka ovat käytössä TATE-suunnittelussa ja tutustutaan Revit -ohjelmistoon. Pääpaino työssä keskittyy Magicad for Revittiin ja sen lisätyökaluihin sekä -toimintoihin.

Työn aikana tutustutaan Supports & Hangers -lisätyökaluun, jolla on mahdollista mallintaa TATE-järjestelmien kannakointeja. Tämän lisäksi selvitetään, kuinka lämpöhäviölasenta onnistuu Revitissä, koska siitä ei löydy Magicadista tuttua ROOM -toimintoa. Viimeisenä työssä keskitytään erilaisiin lisätyökaluihin ja -toimintoihin; reikätyökaluun, putki- ja kanavaristeilyihin tarkoitettuun toimintoon, pika yhdistämistoimintoon ja törmäystarkastelu toimintoon. Jokaisessa kappaleessa pohditaan myös näiden lisätyökalujen ja -toimintojen kokonaisyödyllisyyttä TATE-suunnittelussa ja voisiko ne nopeuttaa suunnitteluprosessia. Työn aikana eteen tuleviin lisätyökalujen mahdollisiin ongelma-kohtiin mietitään erilaisia vaihtoehtoja ja ratkaisuja.

2 TIETOMALLI

2.1 Mikä on tietomalli?

Tietomalli eli BIM (Building Information Model). BIM-tekniikalla rakennuksesta luodaan digitaalisesti yksi tai useampi todellisuutta vastaava virtuaalimalli. Nämä mallit tukevat rakennuksen ja rakentamisen suunnittelua kaikissa vaiheissa ja mahdollistavat paremman analytiikan ja hallinnan kuin manuaaliset prosessit. Digitaalisesti koostetut mallit sisältävät rakennuksen täsmällisen geometrian ja tiedot, joita tarvitaan rakentamisen osien valmistuksessa ja hankinnan tukena rakennusvaiheessa. (Handbook of BIM).



KUVA 1. Tietomalli Revit-ohjelmistosta.

Tietomallin tavoite on siis suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari prosessin tukeminen. Tietomalleja ei käytetä vain rakennusvaiheessa vaan niitä pyritään hyödyntämään koko rakennuksen elinkaaren ajan muun muassa käytön ja ylläpidon aikana. Tietomallit mahdollistavat:

- investointipäätöksiä tuen vertailemalla ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia

- suunnitelmien havainnollistamisen ja rakennettavuuden analysoimisen
- laadunvarmistuksen, tiedonsiirron parantamisen ja suunnitteluprosessin tehostamisen
- rakennushankkeiden tietojen hyödyntämisen käytön ja ylläpidon aikana (YTV 2012. Osa 1)

2.2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Vuoden 2011 aikana rakennustietosäätiön vetämän COBIM-hankkeen tuloksena syntyi yleiset tietomallivaatimukset 2012 (YTV.2012). Julkaisu tietomallivaatimukset 2012 koostuu seuraavista osioista:

1. Yleinen osuus
2. Lähtötilanteen mallinnus
3. Arkkitehtisuunnittelu
4. Talotekninen suunnittelu
5. Rakennesuunnittelu
6. Laadunvarmistus
7. Määrälaskenta
8. Havainnollistaminen
9. Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
10. Energia-analyysit
11. Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
12. Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
13. Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
14. Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

Rakennushankkeeseen osallistuvien on tutustuttava oman alan osan lisäksi vähintään yleiseen osuuteen Osa 1, sekä laadunvarmistuksen periaatteisiin Osa 6. Tässä työssä käsitellään pääsääntöisesti näitä vaatimuksia taloteknisen suunnittelun kannalta. (YTV 2012. Osa 1.)

Yleiset tietomallivaatimukset eivät ota kantaa ohjelmistoon, millä tietomallinnus pitäisi suorittaa. Käytettävien ohjelmistojen tulee kuitenkin olla IFC-yhteensopivia. Hankekohteisesti tähän voidaan kuitenkin asettaa erityisvaatimuksia esimerkiksi IFC version suhteen. Osapuolet sopivat aina projektin alussa käytettävistä ohjelmiston versioista. IFC (Industry Foundation Classes) on buildingsmartin kehittämä neutraali tiedostomuoto. IFC:n tarkoituksena on saavuttaa eri ohjelmistojen välinen yhteensopivuus suunnittelussa, rakentamisessa ja ylläpidossa. IFC:n avulla mahdollistetaan erilainen tiedonsiirto eri alojen suunnittelijoiden välillä ja tietomallin hyödyntäminen kokonaisvaltaisesti. Tiedoston avulla siis kuvataan eri alojen suunnitelmat 3D objekteina. Yleisvaatimuksena on, että rakennus mallinnetaan suunnittelualoittain kerroksittain eri tiedostoihin. (buildingSMART)

Talotekninen tietomallinnus jaetaan kahteen eri alueeseen, ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheeseen sekä toteutussuunnitteluvaiheeseen. Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe on muita suunnittelualoja tukevaa suunnittelua, jonka tavoitteena on tuottaa riittävät tiedot arkkitehti- ja rakennusmallin luomiseksi. Näiden tietojen saamiseksi suoritetaan muun muassa energia- ja olosuhdesimulointeja. Simulointien avulla varmistutaan, että rakennus on määräysten mukainen; e-luku on tarpeeksi hyvä (uudisrakennuksissa vähintään C-luokka) ja sisälämpötilat pysyvät niille asetetuissa raja-arvoissa. Talotekniikan suunnittelija ei vielä tässä vaiheessa tuota koko rakennuksen kattavaa järjestelmämallia, vaan keskittyy yksittäisiin järjestelmävalintoihin, palvelualuekaavioihin sekä tarvittaviin tilavarauksiin. Varsinkin tilavarauksien suunnittelu tässä vaiheessa on erittäin tärkeää, koska sillä pystytään estämään tulevaisuudessa eteen tulevat haasteet, kuten tekniikan mahdollistamisen nousuhormiin. Vasta toteutussuunnitteluvaiheessa mallinnetaan kaikki tekniikat oikeille paikoille rakennuksessa. Tietomallinnuksen laajuus voi vaihdella kuitenkin projektikohtaisesti ja niistä on sovittava aina erikseen. (YTV 2012. Osa 4.)

Tietomallinnuksen yleis- ja suunnitteluvaiheessa sekä rakennusaikana täytyy myös ylläpitää tietomalliselostusta. Tietomalliselostuksessa kerrotaan mitä ollaan mallinnettu, millä tarkkuudella ja minkälaisella tietosisällöllä. Selostuksesta käy myös ilmi seuraavat asiat:

- Tietomalliyhteyshenkilö yhteystietoineen
- Kohteen vastuullinen suunnittelija ja projektipäällikkö
- Käytettävät ohjelmisto, tiedostomuodot

- Nimikkeistöt/käytettävät kuvatasot
- Tiedostojen nimeämisperiaate
- Mallinnuksen mittayksikkö
- Origon sijainti
- Kerrosten lattian abs. korkoasemat
- Suunnitteluvaihe ja mallin tarkkuustaso
- Poikkeukset tarkkuustasosta
- Lisätietoja, huomioita ja esimerkiksi, mitä ei olla mallinnettu
(Tietomalliohje suunnittelijoille 2016)

Tietomalliselostuksesta on myös pidettävä muutosluettelon tapaista lokikirjaa. Muutosluettelo on merkataan ja kuvataan miltä osin malli on muuttunut edellisen julkaisun jälkeen. Kirjaukset kirjataan käänteisessä järjestyksessä; uusien tietojen päällimmäisenä. Siirryttäessä toteutusvaiheeseen on erittäin tärkeää, että tietomalliselostus on ajan tasalla, jotta pystytään varmistumaan mitä tietosisältöä tietomalleista voidaan hyödyntää luotettavasti. Piirustusten ja mallin täytyy vastata toisiaan. (YTV 2012. Osa 4.)

2.3 TATE-vaatimusmalli

Talotekniikkasuunnittelijalta edellytetään vaatimusten määrittelyä ja ylläpitoa tarjouspyynnön mukaisessa laajuudessa. Vaatimusmallia päivitetään läpi suunnitteluprojektin. Suunnittelun loppuvaiheessa arvioidaan, ovatko alussa asetetut tavoitearvot täyttyneet. Talotekniseensuunnitteluun liittyy runsaasti esimerkiksi sisäilmaolosuhteisiin liittyviä yksityiskohtaisia vaatimuksia. Nämä voidaan esittää vaatimusmallissa tai ne voidaan liittää osaksi talotekniikkasuunnittelijan tehtäviä. Vaatimusmalli voidaan toteuttaa joko tietomallipohjaisena tai dokumenttipohjaisena:

- Taso 1, Dokumenttipohjainen (Yleisten Tietomallivaatimusten mukainen minimivaatimus).
 - Valittuun dokumenttiin kirjataan ylös tilatyypit sekä niille kohdistetut vaatimukset.
- Taso 2, Tietomallipohjainen
 - Vaatimukset liitetään osaksi huoneobjektia tilaan linkitettyllä tiedolla.
 - Vaatimusmalli julkaistaan omana IFC-mallina.

Yleisimmin käytettyjä LVIS-vaatimuksia tilatyypeille ovat muun muassa:

- ilmavirta neliometriä kohden
- tilatyypin tavoitelämpötila kesällä ja talvella
- suhteellinen kosteus
- tilatyypin maksimi äänitaso
- tilatyypin ali-/ylipaineisuus
- valaistustaso työalueella/lähiympäristössä
- valaistustapa (suora, epäsuora)
- valaistuksen ohjaus

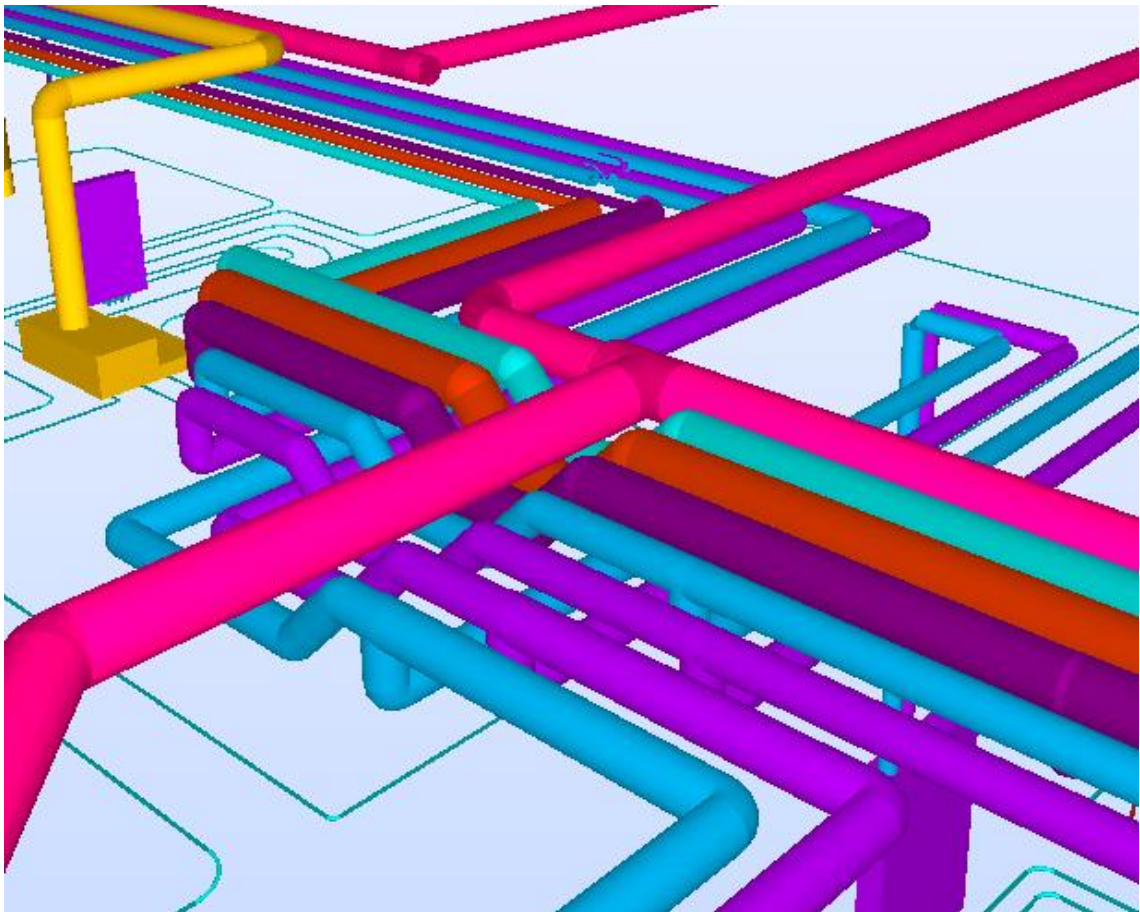
Kiinteistöille voidaan myös asettaa vaatimuksia hankekohtaisesti. Tyypillisiä kiinteistölle asetettavia vaatimuksia ovat energiankulutus (kWh/m²) ja ympäristöluokitus (BREEAM/LEED). (YTV. 2012. Osa 4.)

2.4 TATE-tehtävät tietomallintamisessa

Yleistä TATE-suunnittelua ohjaa taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE12. Tehtäväluettelon tarkoitus on rakennusta koskevien taloteknisten suunnittelutehtävien sisällön ja laajuuden määrittely. Se on tarkoitettu käytettäväksi uudis- ja korjaushankkeissa sekä erilaisten rakennusten ja järjestelmien suunnittelussa. Luetteloa käytetään suunnittelijoiden tehtävien määrittelyssä ja suunnittelukokonaisuuden hallinnassa. Tarvittavat tehtävät ja niiden suorittajat sovitaan aina hankekohtaisesti. Tehtäväluettelo liitetään suunnittelusopimukseen. Tehtäväluettelon lisäksi talotekniikkasuunnittelua tietomallintamisessa ohjaa yleiset tietomallivaatimukset, varsinkin osa neljä. (RT 10-11129)

Nykyisen kaltaisissa suunnitteluprojekteissa talotekniikalla ja varsinkin paljon tilaa vievillä LVI-järjestelmillä on suuri vaikutus kaikkiin muihin suunnittelualueisiin. Tämän johdosta talotekniikkasuunnittelijalta vaaditaan aktiivista osallistumista muiden alojen työkentelyyn jo hankkeen alkuvaiheessa. Esi- ja hankesuunnittelun aikana talotekniikan suunnittelijat osallistuvat arkkitehtien kanssa tilavarausten suunnitteluun, laativat tarvittavat energiasimuloinnit ja tutkivat mahdolliset järjestelmäratkaisut, laatien niistä vaaditut mallit piirustusten pohjalta. (Tietomalliohje suunnittelijoille 2016)

Heti toteutussuunnittelun alussa TATE-suunnittelija osallistuu vaakareittien tilavaraukseen. Vaakasuuntaisten varausten reitit mallinnetaan käyttäen tavallisia mallinnustyökaluja; kanavia, putkia ja kaapelihyllyjä. Tässä vaiheessa mallinnuksen tarkoitus on esittää vain verkostojen pääreitit. Tilavaraukset täytyy merkitä niin, että ne tunnistetaan varauksiksi. Käytetty merkitsemistapa dokumentoidaan aiemmin mainittuun tietomalliselostukseen. Toteutussuunnitteluvaiheen edetessä pääreittien tilavaraussuunnittelu laajennetaan käytäväleikkauksiin, joissa mahdollisia ongelmakohtia ovat esimerkiksi hormien ympäristö ja paljon tekniikkaa sisältävät huoneet. Nämä mahdolliset ongelma-alueet mallinnetaan todellisilla kanavilla huomioiden eristyksiin ja kannakointeihin tarvittava tila. Vaiheen jatkuessa suunnittelijat luovat järjestelmämallit koko projektin laajuudessa. (YTV 2012. Osa 4.)



KUVA 2. Vaakasuuntaiset runkoputket ja käytäväleikkaukset mallissa.

Järjestelmämallit luodaan järjestelmittäin; vesi ja viemäri, ilmastointi, lämmitys ja jäähdytys ja sähkö. Yhdistelmämallit voidaan julkaista kahdella tavalla: kaikki rakennuksen kerrokset yhdessä mallissa tai sitten luodaan jokaisesta kerroksesta oma malli. TATE-

suunnittelija tekee myös reikävaraukset tietomallipohjaisesti. Reikävaraussuunnittelu etenee seuraavasti; rakennesuunnittelija toimittaa TATE-suunnittelijalle mallin, jossa on kantavat rakenteet, tämän jälkeen TATE-suunnittelija merkitsee putkiin ja kanaviin tarvittavat reikävaraukset ja toimittaa mallin takaisin rakennesuunnittelijalle. Rakennesuunnittelija laatii lopulliset reikävarauspiirustukset omien ja TATE:lta saatujen varauksien perusteella.

Rakentamisvaiheen aikana TATE-suunnittelijoiden tehtävänä on ylläpitää ja päivittää mallia, aina kun urakoitsija joutuu tekemään suunnitelmista poikkeavia ratkaisuja. Talotekniikan malleissa on erittäin tärkeää, että valitut tuotteet ja materiaalit ovat oikeilla tuotenimillä ja -tiedoilla, jotta voidaan varmistaa ylläpidon ja huollon helpottavuus koko rakennuksen elinkaaren ajan. (YTV 2012. Osa 4.)

3 TIETOMALLINUSOHJELMISTOT

Eri suunnittelualoilla toimivat suunnittelijat käyttävät omia suunnitteluohjelmiaan ja täten he myös mallintavat eri ohjelmilla. Erilaisia ohjelmistoja tarvitaan, koska jokaisella suunnittelualalla on omat vaatimukset suunnittelulle ja ohjelmistojen täytyy vastata näihin tarjoamalla alalle tarvittavia ominaisuuksia. Ainoa ehto kaikille ohjelmistoille on, että ne pystyvät luomaan IFC-tiedoston, jota pystytään käyttämään tiedonsiirrossa muiden suunnittelualojen välillä. IFC-tiedoston avulla eri suunnittelualat pystyvät yhdistämään mallinsa yhdeksi yhdistelmämalliksi. Talotekniikan suunnittelussa käytetään pääsääntöisesti kahden eri yrityksen ohjelmistoja; Kyndata Oy:n Cads Planneria ja Magicad Group Oy:n Magicad-sovellusta. Näistä kahdesta Cads Planner on täysin itsenäinen ohjelmisto, kun taas Magicad vaatii alleen Autodesk-yhtiön luoman Autocad- tai Revit-ohjelmiston.

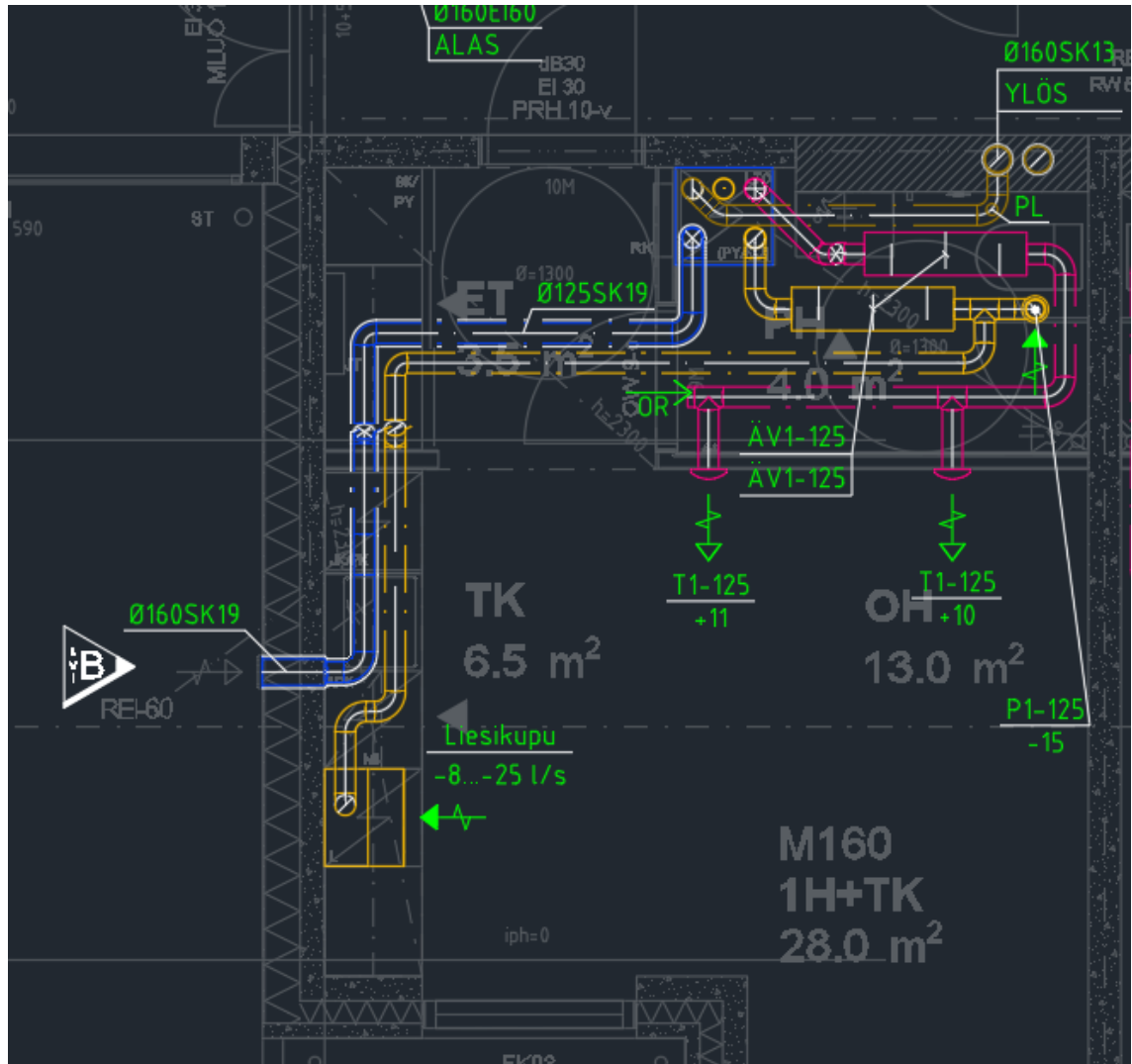
3.1 Autocad

Vuonna 1982 yhdysvaltalaisen Autodesk-yhtiön julkaisema Autocad on yleiskäyttöinen tietokoneavusteinen suunnittelu ohjelmisto. Autocad on vektorigrafiikkaohjelma, jonka tiedon käsittely perustuu graafisiin viivoihin, ympyröihin, kaariin ja teksteihin. Ohjelma on kuitenkin omimmillaan viivapiirtoon perustuvassa 2D- tai 3D-suunnittelussa. Vuosien saatossa sen päälle ollaan luotu tuhansia erilaisia laajennussovelluksia eri suunnittelualoille ja eri tehtäviin. TATE-suunnitteluun Autocad -ohjelmisto pelkällään soveltuu heikosti, jonka johdosta käytetään sen päällä toimivia sovellusosia. Tämän vuoksi sitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä enempää. (AutoCAD overview)

3.1.1 Magicad for Autocad

Progman Oy:n kehittämä Magicad -ohjelmisto Autocadille on LVIS-suunnittelun edelläkävijä, joka on käytössä 3800 yrityksellä 80 eri maassa. Ohjelma tekee tietomallinnuksesta helppoa, joustavaa ja nopeaa. Tämä suunnitteluohjelma on myös Optiplan Oy:ssä tällä hetkellä käytössä. Sen avulla pystyy suunnittelemaan yli miljoona BIM-objektia, jotka ovat oikeiden laitevalmistajien tuotteita. Nämä objektit sisältävät tarkat mitat ja tekniset tiedot valitusta tuotteesta laskentoja varten. Ohjelma koostuu kolmesta pääryhmästä,

jotka ovat ilmastointi (ventilation), putkistot (piping) sisältäen vesi-, viemäri- ja lämmitysputkistot ja sähkö (electrical). (LVIS-sovellukset)



KUVA 3. Suunnittelunäkymä Magicad for Autocad -ohjelmistossa.

Tällä ohjelmalla suunniteltaessa erilaiset tekniikkalajit mallinnetaan tavallisesti omiin tiedostoihin. Magicad for Autocadin suurin ongelma on, että yhtä tiedostoa pystyy muokkaamaan vain yksi suunnittelija kerrallaan. Tästä johtuen, kun eri suunnittelijat työskentelevät eri tekniikoiden kanssa samassa kerroksessa on mahdollisten risteilyjen havaitseminen hankalaa. Tämän lisäksi myös korkotasot aiheuttavat ongelmia, koska niitä pystyy määrittelemään vain yhden aina yhteen tiedostoon. Näistä seuraa, että kun suunnitellaan viisikerroksiseen rakennukseen lämmitys- ja jäähdytys, vesi- ja viemäri ja ilmastointijärjestelmät syntyy erilaisia tasokuvia jo 15 kappaletta. Tasokuvissa saattaa vielä olla projektin laajuudesta riippuen eri määrä tulostusnäkyymiä, parhaimmillaan jopa kolme jokai-

sessä kuvassa. Tulostaminen laajoissa projekteissa onkin ollut tästä johtuen oma työvaiheensa, joka voi viedä pahimmillaan jopa useita päiviä. Edellä mainituista syistä Optiplanilla mietitäänkin siirtymistä Revit-ohjelmistoon.

3.2 Revit

3.2.1 Yleistä

Revit on Autodeskin kehittämä tietomallinnusohjelma. Ohjelmiston ensimmäinen versio julkaistiin huhtikuussa vuonna 2000. Suomessa ohjelma ei ole vielä käytössä laajamittaisesti TATE-suunnittelussa, vaikka osa suunnittelutoimistoista (esimerkiksi Ramboll Finland Oy) onkin tehnyt kokeilu- ja pilottihankkeita Revitillä. Jotkut arkkitehti ja rakennesuunnittelutoimistot ovat kuitenkin jo siirtyneet kyseiseen ohjelmaan, mikä aiheuttaa paineita myös muille suunnittelualoille siirtyä Revitin käyttäjiksi. Tällä muutoksella varmistettaisiin alojen yhteistyön sujuvuus myös tulevaisuudessa. Euroopassa ja varsinkin Yhdysvalloissa Revitin käyttö on yleistä ja siellä puhuttaessa tietomallintamisesta yhdistetään se pääsääntöisesti aina Revit-ohjelmistoon. (Revit overview)

Suurimpana jarruna ohjelmistoon siirtymiseen toimii raha. Revit-lisenssin hinta on puolitoistakertainen verrattuna Autocad-lisenssiin. Tilaajien tahtotilana on mallintaa talotekniset järjestelmät oikeilla ja mahdollisesti Suomesta hankittavilla tuotteilla, mikä tarkoittaa sitä, että yritysten tarvitsee hankkia Revit-lisenssin lisäksi Magicad-lisenssi. Lisää kustannuksia tulee, kun suunnittelijat koulutetaan uuteen ohjelmaan ja luonnollisesti työtehokkuus kärsii sisäistäessä uutta ohjelmistoa. Tämän lisäksi myös vanhoja Autocad-lisenssejä täytyisi ylläpitää, koska vanhat projektit vaatisivat edelleen tukea, kun vanhoille tilaajille ilmenee mahdollisia muutostarpeita.

3.2.2 Revit-käyttöjärjestelmä

Aikaisemmassa kappaleessa läpikäytiin Autocadin periaate, missä rakennuksen yksittäinen talotekninen järjestelmä ja kerros sijaitsee omassa tiedostossa. Revitin perusajatus on aivan erilainen. Yksittäisten tietomallien sijaan samassa tiedostossa voi haluttaessa olla koko rakennuksen malli. Talotekniset järjestelmät ja kerrokset ovat vain erilaisia näkymiä

kokonaismallista. Kokonaismalliin voi linkittää taloteknisten järjestelmien lisäksi muun muassa rakenne- ja arkkitehtimallit. Nämä asiat ovat merkittävimmät erot Autocad-pohjaiseen suunnittelun verrattuna. Näiden avulla suunnittelija pystyy hahmottamaan koko rakennuksen paremmin, myös mahdollisten risteilyjen huomaaminen eri tekniikoiden välillä nopeutuu, koska talotekniikan erilaiset järjestelmät voidaan laittaa näkyviin samaan näkymään yhdellä painalluksella. Yhtenä hyvänä puolena myös verrattuna Autocad-suunnitteluun on kerrosten väliset pystylinjat ja niiden hallinta. Ajatellaan, että viisikerroksisen kerrostalon nousuhormissa joudutaan vaihtamaan ilmastointikanavan ja viemäriputken järjestystä arkkitehtimuutoksen johdosta. Autocad-ohjelmalla suunniteltaessa joudut avaamaan kymmenen eri kuvaa ja tekemään samat muutokset jokaiseen kuvaan. Revitillä taas pystyt tämän korjauksen tekemään samassa tiedostossa yhdellä pystylinjan siirrolla. (Revit overview)

Revitissä voi olla myös joskus järkevää jakaa malli eri tiedostoihin, mikäli kyseessä on erityisen laaja tai monimutkainen hanke. Mahdollisia tällaisia hankkeita voisi olla esimerkiksi sairaalat, joissa tekniikoita ja eri järjestelmiä tulee valtava määrä. Myös vaiheittain toteutettavat hankkeet voi olla järkevää jakaa vaiheiden mukaisesti projektitiedostoihin, jolloin kokonaisuus pysyy paremmin hallussa projektin eri vaiheissa. Revitissä malli on mahdollista jakaa useilla eri tavoilla ja valinta tapahtuu aina projektikohtaisesti. Esimerkiksi jos rakennus on leveä, mutta matala, kannattaa projekti jakaa lohkoihin eikä kerroksiin. Talotekniset järjestelmät voivat myös olla omina tiedostoina ihan niin kuin Autocad-pohjaisessa suunnittelussa. Näissäkin tapauksissa vaikka projekti olisi jaettu eri tiedostoihin, on koko rakennushankkeen malli muokattavissa ja nähtävissä samassa tiedostossa. (Revit overview)

Revitin voidaan ajatella olevan tietokantaohjelmisto. Ohjelmistossa sijaitsevilla objekteilla voilla olla eri ominaisuuksia eli parametreja. Nämä parametrit sisältävät eri elementtien tiedon ja niin sanotun älyn. Muutokset objektien parametreihin yhdessä näkymässä päivittyvät koko malliin, täysin riippumatta siitä missä näkymässä muutos toteutettiin. Samaan aikaan päivittyvät myös kaikki muutkin parametrit, jotka ovat yhdistettynä alkuperäiseen parametriin. Esimerkiksi jos halutaan muuttaa päätelaitteen ilmamäärää tietyssä huoneessa, voidaan samalla muuttaa myös muiden samanlaisten päätelaitteiden ilmamäärää samasta valikosta. (About Parameters. 2018.)

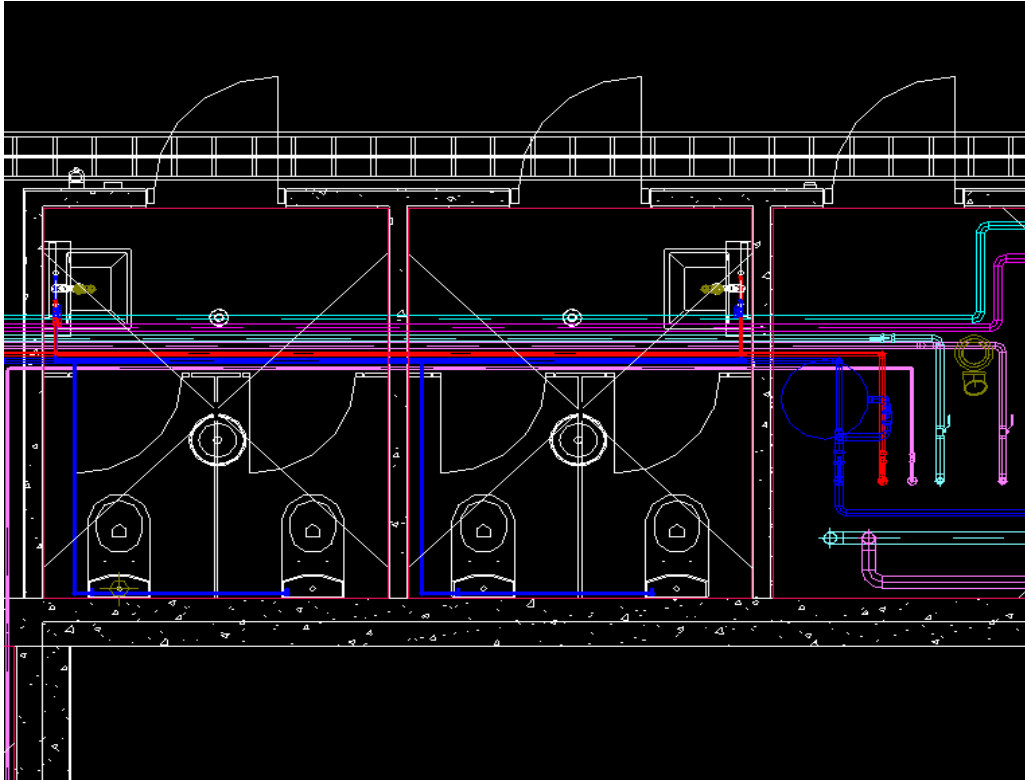
Ryhmää erilaisia elementtejä, joilla on samanlaiset parametrit, kutsutaan Familyksi. Familyssä olevilla objekteilla parametrien nimet ja tarkoitukset ovat samat, mutta niillä voi olla eri arvoja. Malliin lisätyt objektit ovat siis aina osa jotakin familyä. Familyihin siis sisältyy projektissa käytettäviä tuotteita, esimerkiksi kanavia, järjestelmiä, putkia ja sen sisältä löytyy useita erilaisia objekteja kuten venttiilejä ja päätelaitteita. Jokaisen venttiilin välilehdeltä löytyy kyseisen tuotteen erilaiset koot. Revitillä mallintaminen perustuu familyihin. (Aallo. V. 2018.)

Lähtötietoaineisto eli template on oleellinen osa Revitillä tapahtuvaa projektityöskentelyä. Templatesta löytyy kaikki keskeiset asetukset kuten erilaiset näkymät, tasot, viivapaksuudet ja värit. Näiden avulla suunnitelmista tulee yhdenmukaisia niin teknisesti kuin ulkoisestikin. Optiplanissa tullaan käyttämään Ville Aallon tekemään templatea eli lähtötietoaineistoa. Template on suunniteltu yrityksen tahtotilan mukaan, jolloin projektien aloittaminen Revit-ohjelmistolla on helpompaa, kun aikaa ei kulu asetusten asettamiseen aina projektin alussa. Revitin lisäosista, jotka toimivat ohjelman päällä on lukuisia käytännön suunnittelua helpottavia toimintoja, joita käsitellään myöhemmin tässä opinnäytetyössä. (Aallo. V. 2018.)

3.2.3 Magicad for Revit

Kyseessä on sama Progman Oy:n kehittämä lisäosa, kun Autocadin päällä toimiva Magicad for Autocad. Tämän lisäosan avulla saadaan TATE-suunnittelun käyttöön laajemmat ja tehokkaammat työkalut. Vaikka itse natiivista Revitistä löytyykin todella monipuoliset mallinnusominaisuudet, puuttuu siitä ominaisuuksia, joihin Magicad for Autocadin käytön ohessa ollaan totuttu. Magicad for Revit sisältää samat osat suunnitteluun kuin Autocadin päällä toimiva Magicad, mutta tämän lisäksi siitä löytyy lisätyökaluja, jotka voivat nopeuttaa suunnittelua. (For Powerful MEP Desing with Revit)

Magicad Common Tools on yleinen valikko, josta löydät muun muassa reikätyökalun sekä löydä ja korvaa -toiminnon, jonka avulla pystyt muuttamaan esimerkiksi kaikki keittiöhanat erilaiseen tuotteeseen yhdellä kerralla. Samasta valikosta pystyt myös luomaan mallista IFC-tiedoston. Common Toolsin on tarkoitus tukea yleistä suunnittelua ja tarjota erilaisia työkaluja suunnittelun nopeuttamiseen. (For Powerful MEP Desing with Revit)



KUVA 4. Suunnittelunäkymä Magicad for Revit -ohjelmistossa

Magicad Ventilation on nimensä mukaan tarkoitettu ilmanvaihtosuunnitteluun, josta löytyy tarvittavat ominaisuudet ja työkalut ilmanvaihto kanavistojen valintaan. Yleensä suunnittelussa juuri suuret ja tilaa vievät ilmastointikanavat vaativat eniten risteilyjä ja törmäystarkasteluja. Revitillä suunnittellessa näiden hahmottaminen ja siirtely on huomattavasti helpompaa, kun kaikki tekniikat ovat samassa mallissa. Ohjelmalla pystyt määrittämään esimerkiksi päätelaitteiden esisäättö- ja ääniarvot. Ilmanvaihtokoneen valinta pystytään tekemään Magicadista löytyvän Plugins-ohjelman avulla, josta löytyvät suurimpien valmistajien kaikki ilmanvaihtokoneet. (For Powerful MEP Desing with Revit)

Magicad Piping on tarkoitettu lämmitys-, jäähdytys-, vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluun. Ohjelmasta löytyy monia automatisoituja käskyjä ja komentoja, jotka nopeuttavat ja helpottavat suunnittelua, esimerkiksi moniputkiin, jonka avulla pystyt piirtämään kaikkia kolmea vesiputkea (kylmä-, lämmin- ja kiertovesi) samaan aikaan. Putkien mitoittaminen tapahtuu samanlailla kun Magicad for Autocad-ohjelmassa, eli voit määrittellä haluatko mitoittaa esimerkiksi painehäviön vai virtausnopeuden mukaan. Ohjelmasta löytyy myös Autocadista tutut varoitukset, jos muun muassa jossain paikassa ei kierrä vesi, ilmoittaa ohjelma siitä keltaisella kolmiolla ja tekstillä. (For Powerful MEP Desing with Revit)

Magicad Electrical Revitille on kattava ratkaisu sähkö-, tele- ja datajärjestelmien suunnitteluun ja piirtoon. Suunnittelu ja piirto tapahtuu kotimaisten sähköalan standardien ja suositusten mukaisesti ja ohjelmassa on kehittyneet automaation tukemat ominaisuudet tuotteiden valintaan ja asennukseen, myös kaapeleiden ja kaapelihyllyjen mallinnus onnistuu. (For Powerful MEP Desing with Revit)

Magicad Sprinkler on tarkoitettu tehokkaaseen sprinklerisuuttimien, palopostien ja muiden komponenttien asennukseen. Se toimii yhteistyössä Piping -moduulin kanssa. Järjestelmien mitoitus ja putkikoot voidaan laskea suuttimien lukumäärän perusteella. Ohjelmasta löytyvät yleisimmät laskentastandardit sprinklerisuunnitteluun:

- EN 12845
- NFPA 13
- CEA 4001
- BS 9251:2014
- UNI 10779

Magicad Schematics on uusi sovellus automaatiokaavioiden tekemiseen Revit-tekniologiaa hyödyntäen. Se on ensimmäinen sovellus, joka mahdollistaa tiedonsiirron kaavioiden ja mallin välillä suunnittelussa. Sovelluksesta löytyy laaja valikoima valmiita piirrosmerkkejä, mutta voit myös tarvittaessa luoda omia. Muun muassa lämmönjakokaavioon merkityt lämpötilat voidaan synkronoida suoraan malliin. (For Powerful MEP Desing with Revit)

Magcloud on verkossa toimiva palvelu, josta löytyy yli miljoona laitevalmistajien tarkastamaa BIM-objektia. Näiden edellä mainittujen perustoimintojen lisäksi ohjelmasta löytyy erilaisia lisätyökaluja, jotka käydään lävitse omissa kappaleissaan.

4 LISÄTYÖKALU MAGICAD SUPPORTS & HANGERS

4.1 Kannakointi

Putkistojen ja kanavien kannakointia ohjaa LVI-ohjekortti 12-10370. Ohjekortissa mainitaan, että kannakoinnin on kestävä putkien, kanavien, venttiilien, nesteen, eristeen ja mahdollisten ulkoisten tekijöiden paino sekä lämpöliikkeen ja nesteen virtauksen aiheuttamat rasitukset. Putkistojen ja kanavien kannakkeet on huomioitu teollisuussuunnittelussa jo pitkään. Perinteisessä asuntosuunnittelussa kannakointi on kuitenkin todella harvoin sisällytetty suunnittelusopimukseen. Tämä johtunee siitä, että Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelosta (TATE12) ei löydy mainintaa kannakoinnista. Yleisissä tietomallivaatimuksissa taas mainitaan, että kannakoinnin mallinnusta ei vaadita, kunhan vain voidaan varmistua, että putket ja kanavat ovat asennettavissa ja huollettavissa. Kannakointien vaatima tila ei ole kuitenkaan pieni, etenkin ahtaissa tekniikkatiheissä konehuoneissa. Nykymallissa kannakointi onkin jäänyt urakoitsijan harteille. (RT 84-10818)

Kannakointiin tullaan kiinnittämään huomiota tulevaisuudessa, koska putkien ja kanavien väärin kannakointi aiheuttaa suuria äänitekniisiä ongelmia ja väärät työkalut voivat lisätä syöpymisen riskiä. Pahimmassa tapauksessa väärin asennetut kannakkeet pettävät ja kanavat ja putket romahtavat maahan aiheuttaen henkilövahinkoriskin. Urakoitsija voi joutua asentamaan tekniikat myös suunnitelmista poiketen, jos kannakointia ei ole huomioitu tarpeeksi hyvin. Tästä mahdollisena seurauksena järjestelmät eivät välttämättä toimi halutulla tavalla. Jos kuitenkin kannakointi tuotaisiin osaksi joka päiväistä suunnittelua, välttäisiin monelta mahdolliselta ongelmakohtalta työmaa-aikana.

4.2 Lisätyökalu Supports & Hangers

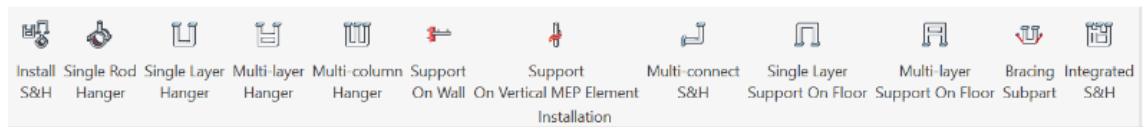
Supports & Hangers on vuonna 2016 Progman Oy:n julkaisema lisätyökalu Magicad for Revit -ohjelmistoon. Magicad Supports & Hangers on yhteensopiva Revit MEP 2016-version ja sitä uudempien kanssa. Työkalun tarkoituksena on mahdollistaa helppo ja tehokas kannakointisuunnittelu ilmastointikanaville, putkille ja kaapelihyllyille. Ohjelman avulla voidaan suunnitella joko generisiä tai laitevalmistajien (muun muassa Hilti ja

Simfix) kannakkeita. Se tarjoaa kaikki yleisimmät kannaketyypit, mukaan lukien kannakkeet jotka mahdollistavat päällekkäiset ja vierekkäiset asennukset. Sovelluksesta löytyy myös yhdistettäviä kannakkeita, jotka voivat käyttää toisiaan tukena joko osaksi tai kokonaan. Kun putket, kanavat ja kaapelihyllyt ovat liitetty kannakkeeseen, laskee ohjelma automaattisesti sille tarvittavat mitat niiden koon perusteella. Jos suunnittelun edetessä piirustuksiin tulee muutoksia, määrittää ohjelma automaattisesti kannakkeiden mitat uudelleen. Kannakoitavan tuotteen koon muuttuessa, kannakekohtaiset parametrit mukautuvat automaattisesti muutoksiin. Suunnittelija pystyy muokkaamaan kannakkeita myös manuaalisesti. (Recorded Webinars)

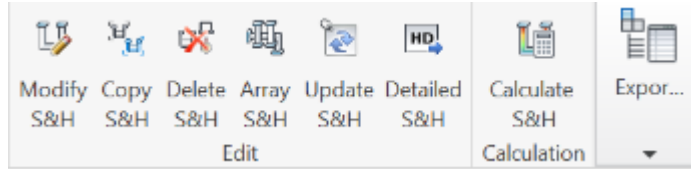
Kannakkeiden yksityiskohtaisuutta voidaan säätää tarpeen mukaan. Työkalussa pystyy huonontamaan kannakkeiden laatua suunnitteluvaiheessa, jolloin itse ohjelma ei pääse hidastumaan, varsinkin jos kohteeseen tulee tuhansia kannakkeita. Tällöin ohjelma näyttää kannakkeista vain tarpeelliset tiedot. Suunnittelun loppuvaiheessa suunnittelija voi sujuvasti taas vaihtaa parempaan yksityiskohtaisempaan kannakemalliesitykseen, esimerkiksi loppukuvien yhteydessä. Kannakkeista näkyy tällöin laitevalmistajakohtaisesti niiden rakenne. Ohjelmasta saadaan ulos myös raportointi- ja määräluettelot, jotka pystytään viedä kätevästi Excel -muotoon. Koska kannakkeet ovat laitevalmistajien 3D-malleja, löytyy niistä tiedot mitä niiden asentamiseen tarvitaan, mukaan lukien tuotetunnus, materiaali, pultit ja mutterit. Tämän lisätyökalun avulla kannakoinnit voidaan mallintaa etukäteen ja täten kustannuslaskenta tehostuu ja se voidaan suorittaa tietomallin perusteella. Näin urakoitsijalta säästyy rahaa ja aikaa, kun työmaalla ei tule hävikkiä niin paljon. Ohjelma voi auttaa myös tilasuunnittelussa, kun esimerkiksi konehuonetta pystytään tarkastelemaan kokonaisuutena kannakkeineen. Tällöin pystytään puuttumaan vielä suunnittelun alkuvaiheessa mahdollisiin lisätilatarpeisiin. (Recorded Webinars)

4.2.1 Lisätyökalun käyttäminen

Lisätyökaluun tutustuminen tapahtui netistä löytyvien opetusvideoiden ja Magicadin omilta nettisivuilta löytyvien webinaarien avulla. Työn aikana mallinnettiin kannakkeita erilaisiin aiemmin suunniteltuihin konehuoneisiin ja liikehuoneistoihin.

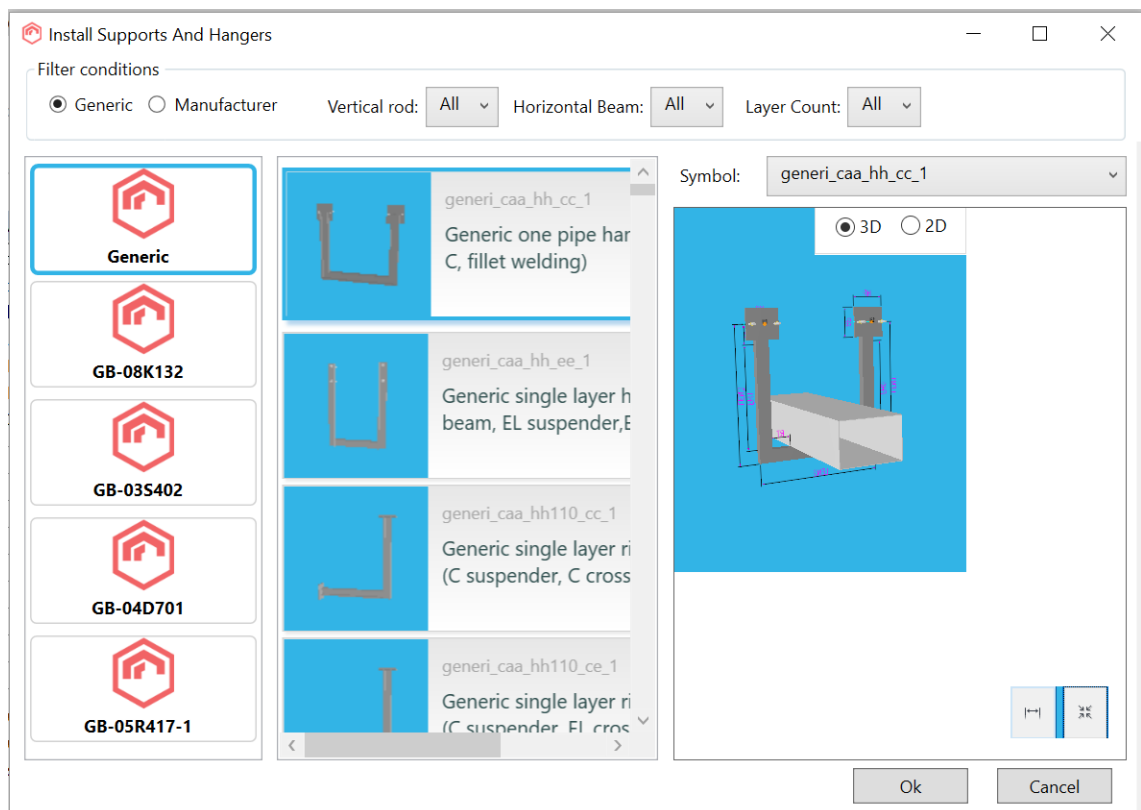


KUVA 5. Supports & Hangers työkalupalkki alkuosa.



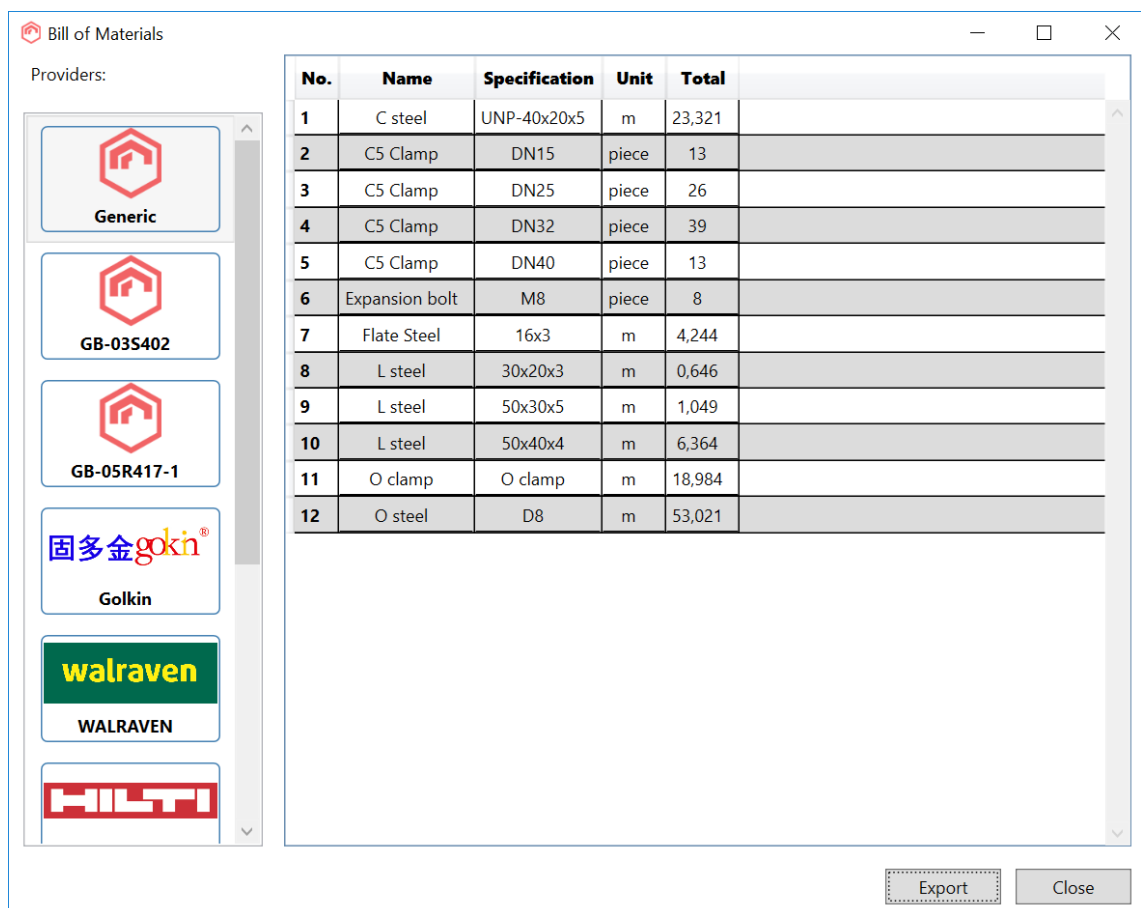
KUVA 6. Supports & Hangers työkalupalkki loppuosa.

Työkalun oppiminen on nopeaa ja kannakkeiden suunnittelu on tehty hyvin yksinkertaiseksi. Ylläolevasta kuvasta viisi löytyy ohjelman työkalupalkki: ensimmäisestä Install S&H valikosta pystyt asentamaan minkä tahansa kannakkeen valmiiksi suunniteltuun putkeen, kanavaan tai kaapelihyllyyn. Valittuasi tietyn kanavan aukeaa alla näkyvä valintaikkuna, josta voit valita joko generisen tai sitten kannakevalmistajan tietyn kannakkeen.



KUVA 7. Kannakkeiden valinta ikkuna.

Seuraavat valikot S&H -työkalupalkista ovat spesifioituja kannakkeita putkille, kanaville ja kaapelihyllyille. Kaikki nämä samat valikot löytyvät kuitenkin ensimmäisestä S&H Install valikosta, mutta ne ovat vain jaettu eri valikoihin. Seuraavana työkalupalkista löytyy Integrated S&H, jonka avulla voit yhtenäistää olemassa olevia kannakkeita. Modify S&H avulla voit muokata olemassa olevia kannakkeita ja viereisestä Copy -valikosta pystyt kopioimaan valittuna kannakkeita. Työkalupalkista löytyy myös; Delete -valikko, jolla voit poistaa kannakkeita, Array -valikko, jonka avulla voit uudelleen järjestellä olemassa olevia kannakkeita samassa putkessa, kanavassa tai kaapelihyllyssä ja viimeisenä palkista löytyy Export -valikko, jonka alta löytyy valikko Bill of Materials, jonka avulla saat listan kaikista kannakkeista, mitkä ollaan mallinnettu projektiin. Alla olevasta kuvasta näkyy avautuva näkymä kannakkeiden määräluettelosta. Kuvassa näkyvästä Export -napista pystyt luomaan Excel-tiedoston, josta löytyy tarkemmat tiedot kaikista kannakkeista.



The screenshot shows a software window titled "Bill of Materials". On the left side, there is a "Providers:" section with a scrollable list of logos for various suppliers: Generic, GB-03S402, GB-05R417-1, Golkin, Walraven, and Hilti. The main area of the window contains a table with 12 rows of material data. At the bottom right, there are two buttons: "Export" and "Close".

| No. | Name | Specification | Unit | Total |
|-----|----------------|---------------|-------|--------|
| 1 | C steel | UNP-40x20x5 | m | 23,321 |
| 2 | C5 Clamp | DN15 | piece | 13 |
| 3 | C5 Clamp | DN25 | piece | 26 |
| 4 | C5 Clamp | DN32 | piece | 39 |
| 5 | C5 Clamp | DN40 | piece | 13 |
| 6 | Expansion bolt | M8 | piece | 8 |
| 7 | Flate Steel | 16x3 | m | 4,244 |
| 8 | L steel | 30x20x3 | m | 0,646 |
| 9 | L steel | 50x30x5 | m | 1,049 |
| 10 | L steel | 50x40x4 | m | 6,364 |
| 11 | O clamp | O clamp | m | 18,984 |
| 12 | O steel | D8 | m | 53,021 |

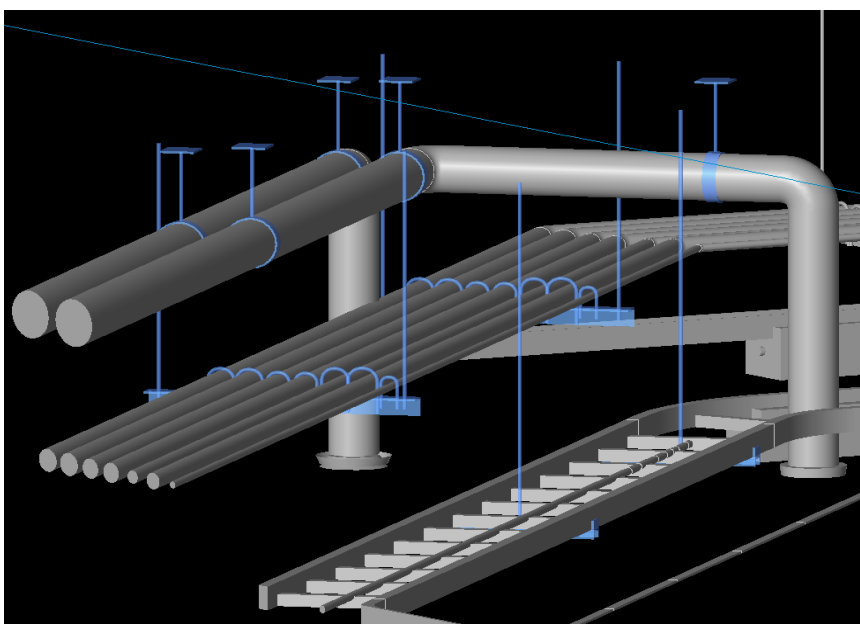
KUVA 8. Kannakkeiden määräluettelo.

Lisäosasta löytyy myös työkalu Calculate S&H, jonka avulla pystyy tarkastelemaan yksittäisiä kannakkeita ja niihin kohdistuvaa kuormaa. Valitettavasti ainakaan vielä työn

tekemisen aikana ohjelma ei tunnista kaikkia kannakevalmistajien kannakkeita ja tätä kautta laskelmat eivät ole mahdollisia. Geneerisiä kannakkeita ohjelma tukee suurimalta osalta, mutta niidenkin kanssa joudut syöttämään itse kanavan, putken tai sähköhyllyn materiaalin, painon ja eristeen. Tämän jälkeen ohjelma laskee kannakkeeseen kohdistuvan voiman ja ilmoittaa sen Newtonina. Ohjelma antaa myös suhdeluvun kuinka paljon kannakkeen kokonaiskapasiteetista tämän hetkinen kanava, putki tai kaapelihylly vie. Se laskee myös kannakkeelle maksimikuorman, mitä se kestää. Lyhyen perehtymisen jälkeen, tarvitsee tämä Calculate S&H -työkalu paljon kehittämistä ennen kuin sitä voidaan hyödyntää varsinkaan TATE-suunnittelussa.

4.2.2 Lisätyökalun edut ja haitat

Lisätyökalun ehdottomana etuna on sen yksinkertaisuus ja helppo käyttöjärjestelmä. Käytön oppii pienellä perehdytyksellä ja ohjeiden avulla nopeasti. Kannakkeiden mallintaminen on yksinkertaista ja Magiccloudin ansiosta ohjelmasta löytyy laajat valikoimat laitevalmistajien kannakkeita. Mallinnettaessa kannakkeita, tulee suunnittelusta entistä kokonaisvaltaisempaa, jolloin mahdolliset ongelmat työmaalla voidaan minimoida suunnitteluvaiheessa. Varsinkin yksinkertaisiin tiloihin, kuten alla olevan kuvan käytävä kannakointien suunnittelu onnistuu erittäin nopeasti, koska risteilevää tekniikkaa on vähän. Suurin hyöty ohjelmasta saadaan kuitenkin mallinnettaessa teknisiä tiloja, josta löytyy rakennuksien suurimpia tekniikka keskittymiä.



KUVA 9. Kanavien, putkien ja kaapeliyhyllyjen kannakointi käytävällä.

Haittoja tai itse ongelmia lisäosasta löytyy varsin vähän. Tutustumisen ja käytön aikana tuli esiin, että ohjelma kyllä tunnistaa katon mihin kannakkeen voi kiinnittää, mutta muita kannakkeen edessä olevia objekteja lisäosa ei kuitenkaan tunnista ja tästä johtuen ne joudutaan manuaalisesti kiertämään. Vaikka kannakkeiden mallintaminen on pääsääntöisesti nopeaa, tuo se kuitenkin huomattavasti lisää työmäärää suunnitteluun. Tämä tuo esiin lisäosan käytön suurimman kysymysmerkin, eli kuka tulee maksamaan suunnittelusta aiheutuvat lisätunnit. Asian selvittäminen vaatisi muutamia toteutettuja esimerkkiprojekteja, jotta pystyttäisiin arvioimaan kannakkeiden mallintamisesta aiheutuvat lisäkustannukset ja siirtämään ne sitä kautta koko projektin kustannusarvioon jo tarjouskilpailuvaiheessa. Mallintamistarkkuudesta pitäisi myös sopia yhdessä tilaajan kanssa, että mallinetaanko kaikki kannakkeet vai esimerkiksi vain yli DN 32 -putkien kannakkeet.

Toinen ongelma on vastuuasiat. Jos LVI-suunnittelija suunnittelee kannakkeet ja rakennuksen elinkaaren aikana jokin kannake pettää, niin kenen vastuulla kannakkeen pettäminen on? Vastuut asutosuunnittelun kannakoinneista ja niiden kestämisestä on tähän asti ollut urakoitsijalla. Tähän ratkaisuna olisi varmasti vastuurajojen tarkennus aina projektikohtaisesti. Kolmantena suurena epäselvyytenä on kannakointisuunnitelmien dokumentointi ja niiden esittäminen asiakkaalle. Suunnitelmia ei pysty 2D-maisessa paperitulosteessa esittämään ja jos aletaan tekemään taas leikkauskuvia kannakkeista, syntyy niistä valtava määrä tulosteita. Yhtenä vaihtoehtona olisi tietysti, että mallinnettaisiin vain hankalat tilat kuten konehuoneet. Epäselvyyksiä lisäosan lopullisesta hyödyllisyydestä löytyy jonkin verran ja aika tulee näyttämään aletaanko kannakkeita mallintamaan vasta kun koko rakentaminen työmaalla on siirtynyt tietomallipohjaiseksi ja onko kukaan ylipäätään valmis maksamaan suunnittelijoille lisäsuunnittelusta.

5 LISÄTYÖKALU HEATING AND COOLING LOADS

5.1 Lämpöhäviölaskenta

LVIA-suunnittelu alkaa lähes poikkeuksetta lämpöhäviöiden laskemisella. Lämpöhäviöllä tarkoitetaan lämmön häviämistä suunniteltavasta kohteesta, joko johtumalla tai siirtymällä. Lämpöhäviölaskennasta saatujen arvojen perusteella voidaan projektiin valita oikeat patterit tai jos kyseessä on lattialämmityskohde, osataan mitoittaa sille oikeat tehot. Lämpöhäviölaskentaa voi toteuttaa käsin laskennalla, mutta siihen löytyy nykyään tekniset suunnitteluohjelmat, joilla se onnistuu suhteellisen nopeasti. Magicad for Autocad -ohjelmasta löytyy lisäosa Magicad Room, joka on suunniteltu täysin lämpöhäviölaskentaan ja siitä saadut tulokset ovat luotettavia. Ohjelmaan syötetään muun muassa sisälämpötilat, poisto- ja tuloilmavirrat, huonekorkeus ja näiden perusteella ohjelma laskee yksittäisen huoneen luovuttaman lämpötehon eli kuinka paljon sitä tarvitsee lämmittää, että huonelämpötilat pysyvät määräystenmukaisissa arvoissa. Magicad for Revit -ohjelmistosta puuttuu kokonaan tämä Room-ominaisuus, joten sitä käytettäessä tarvitsee laskenta suorittaa jollain muulla tavalla. (Tasauslaskentaopas 2018)

| User code | Room n | T-sph [°C] | T-sup [°C] | qv-su [l/s] | qv-su [m3h] | qv-e [l/s] | qv-ex [m3h] | qv-pri [l/s] | qv-pri [m3h] | Prim | Perc | T-tran [°C] | L-fact | Heig [mm] | Hea [W] | E | Note |
|-----------|--------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|--------------|------|------|-------------|--------|-----------|---------|-----|------|
| rt_100 | | 18.0 | 18.0 | 118 | 425 | 118 | 425 | 0.4 | 1.6 | 0.6 | Sup | 100 | 18.0 | 0.15 | 2600 | 514 | |
| ivkh_100 | | 21.0 | 18.0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | Sup | 0 | 18.0 | 0.15 | 2600 | 62 | | |
| kui_100 | | 21.0 | 18.0 | 12 | 43 | 12 | 43 | 1.3 | 4.8 | 1.8 | Sup | 100 | 0.15 | 2600 | 257 | | |
| ljh_100 | | 21.0 | 18.0 | 83 | 299 | 88 | 317 | 0.9 | 3.4 | 1.3 | Sup | 106 | 0.15 | 2600 | 240 | | |
| mh_100 | | 21.0 | 18.0 | 12 | 43 | 0 | 0 | 1.2 | 4.2 | 1.6 | Sup | 0 | 0.15 | 2600 | 391 | | |
| mh_1001 | | 21.0 | 18.0 | 12 | 43 | 0 | 0 | 1.0 | 3.5 | 1.3 | Sup | 0 | 0.15 | 2600 | 437 | | |
| oh+k+e_1 | | 21.0 | 18.0 | 10 | 36 | 8 | 29 | 0.3 | 1.0 | 0.4 | Sup | 80 | 0.15 | 2600 | 101 | | |
| oh+k+e_1 | | 21.0 | 18.0 | 21 | 76 | 7 | 25 | 0.8 | 3.0 | 1.1 | Sup | 33 | 0.15 | 2600 | 101 | | |
| oh+k+e_1 | | 21.0 | 18.0 | 22 | 79 | 7 | 25 | 0.9 | 3.1 | 1.2 | Sup | 32 | 0.15 | 2600 | 680 | | |

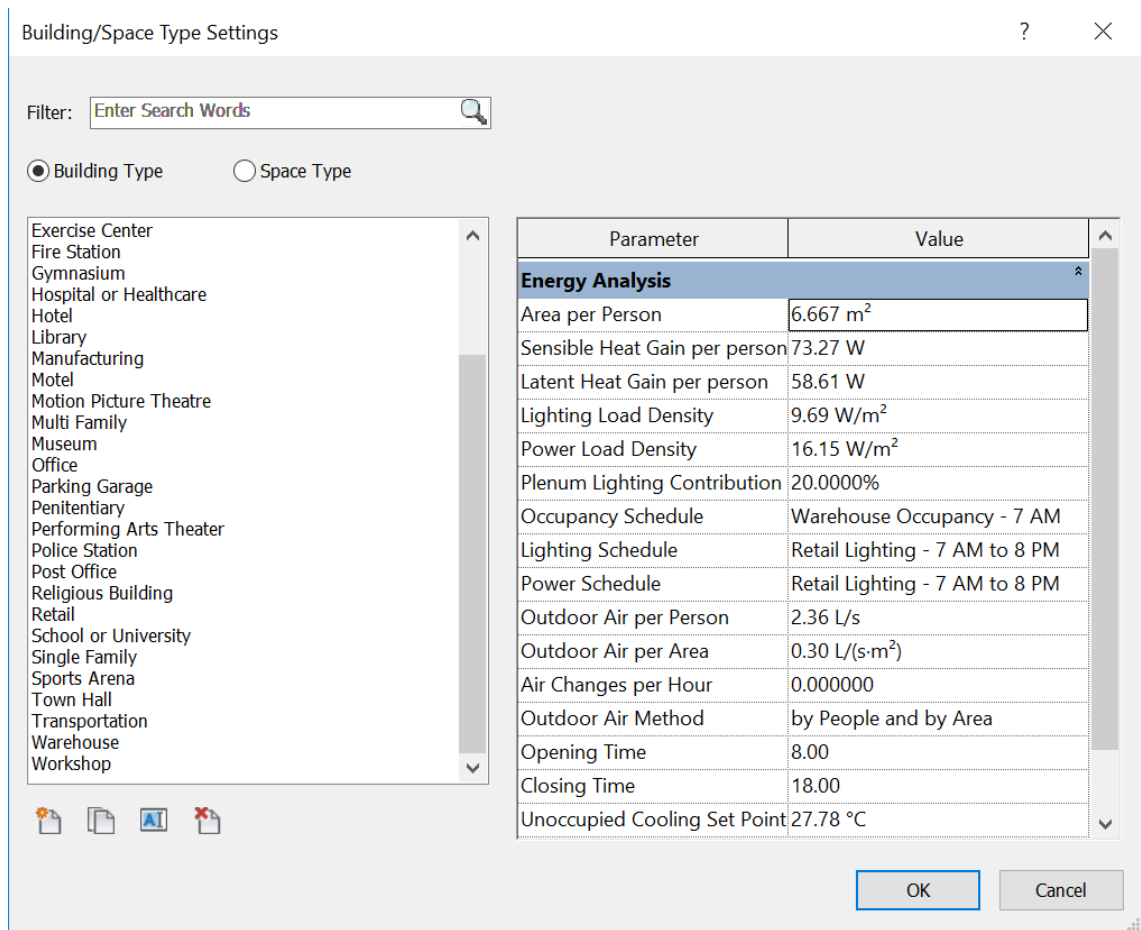
KUVA 10. Magicad Room.

5.2 Lisätyökalu Heating and Cooling Loads

Revitistä löytyy oma työkalu lämmitys- ja jäähdytystehontarpeen laskentaan, lisäosa Heating and Cooling Loads. Työkalun tarkoituksena on tuottaa analyysi, josta käy ilmi rakennuksen lämmitys- sekä jäähdytystehontarve. Avain onnistuneeseen analyysiin on se, kuinka tarkasti pystyt mallintamaan tilat rakennukseen. Se kuinka tilaa tullaan käyttämään on yksi tärkeimmistä tekijöistä sisäisiä kuormia mietittäessä. Umpinainen toimisto mallinetaan eri lailla kuin viereisessä tilassa oleva kokoushuone ja toimiston taukokuone mallinetaan eri tavalla kuin ravintolan ruokailutila. Valaistus, ihmismäärä, käyttöaste, laitteet ja ilmastointi vaihtelee jokaisessa tilatyypissä. Tilan sijainti rakennuksessa vaikuttaa myös olennaisesti lämmitys- sekä jäähdytystehontarpeeseen. (Mastering Autodesk Revit MEP)

Lisäosan käyttäminen aloitetaan luomalla tilat. Jos käytössä on arkkitehdin tekemä malli Revit -ohjelmistolla, onnistuu tilojen luominen automaattisesti, koska samat elementit siirtyvät arkkitehdin mallista sinun projektiin. Tilojen luominen onnistuu myös manuaalisesti sellaisiin malleihin, jossa arkkitehti on käyttänyt jotain muuta kuin Revit -ohjelmaa. Tilojen luominen tapahtuu Analyze -valikon alta, josta löytyy painike Space. Tiloja pystyt muokkaamaan Manage -valikon alta, josta löytyy Building/Space Type Settings. Tässä valikossa pystyt muokkaamaan valmiiksi projektissa olevia tiloja tai luomaan uuden tilan. Pystyt asettamaan omat spesifit arvot halutuille tiloille tai käyttää yleisiä Revitistä löytyviä arvoja. Asetuksissa pystyt muokkaamaan muun muassa; ihmisten aiheuttamaa lämpökuormaa, valaistustehokkuutta neliölle, tilan käyttöastetta ja ilmanvaihtuvuutta. (Mastering Autodesk Revit MEP)

Seuraava askel tehontarpeen laskemiseksi on luoda samanlaisista tiloista alueita. Pääasiana alueiden luomisessa on, että suunnittelija pystyy kontrolloimaan ilmamääriä, jotka menevät tiloihin, pienentää ilmastointikoneen tehoa, kun tila ei ole käytössä, tai nostaa ilmastointikoneen tehoa, kun tilassa on paljon kuormaa. Alueiden luonti Revitissä on helppoa. Analyze -valikosta löytyy painike Zone. Tämän jälkeen valitset halutut tilat, jotka haluat tiettyyn alueeseen ja painat Finish Editing Zone. Valmiiden alueiden muokkaaminen on myös helppoa. Valitset alueen, jota haluat muokata ja painat avautuvaa Edit Zone -painiketta. (Mastering Autodesk Revit MEP)



KUVA 11. Tilojen muokkaamisvalikko.

Seuraava askel on asettaa sisä- sekä ulkoseinien ja ala- ja yläpohjan U-arvot. Vaikka malli olisi luotu Revit -ohjelmalla, ei U-arvot siirry arkkitehdin mallista automaattisesti vaan ne pitää asettaa aina projektikohtaisesti. U-arvojen muokkaaminen tapahtuu Manage -valikon alta löytyvästä Project Information napista. Avautuvasta valikosta valitset Energy Settings ja sieltä Advanced, jonka alta löytyy Schematic Types Building, jota painamalla avautuu kuvassa 11 näkyvä valikko, jossa pystyt asettamaan halutun materiaalin rakennuksen seinille, lattialle, katolle ja ikkunoille. Eri materiaaleille on luonnollisesti erilainen U-arvo. Yksittäisten tilojen U-arvoja pystyt muokkaamaan valitsemalla tilan, jonka jälkeen valitset Properties Construction Type, josta avautuu samanlainen näkymä, kun koko projektia koskevassa muokkauksessa. Näiden edellä mainittujen vaiheiden jälkeen voidaan aloittaa lämmitys- sekä jäähdytystehon tarpeen laskenta. (Mastering Autodesk Revit MEP)

? ×

Analysis Properties

By default, analysis properties are generated from information in Conceptual Types.
Properties of Schematic Types are used when override is selected.

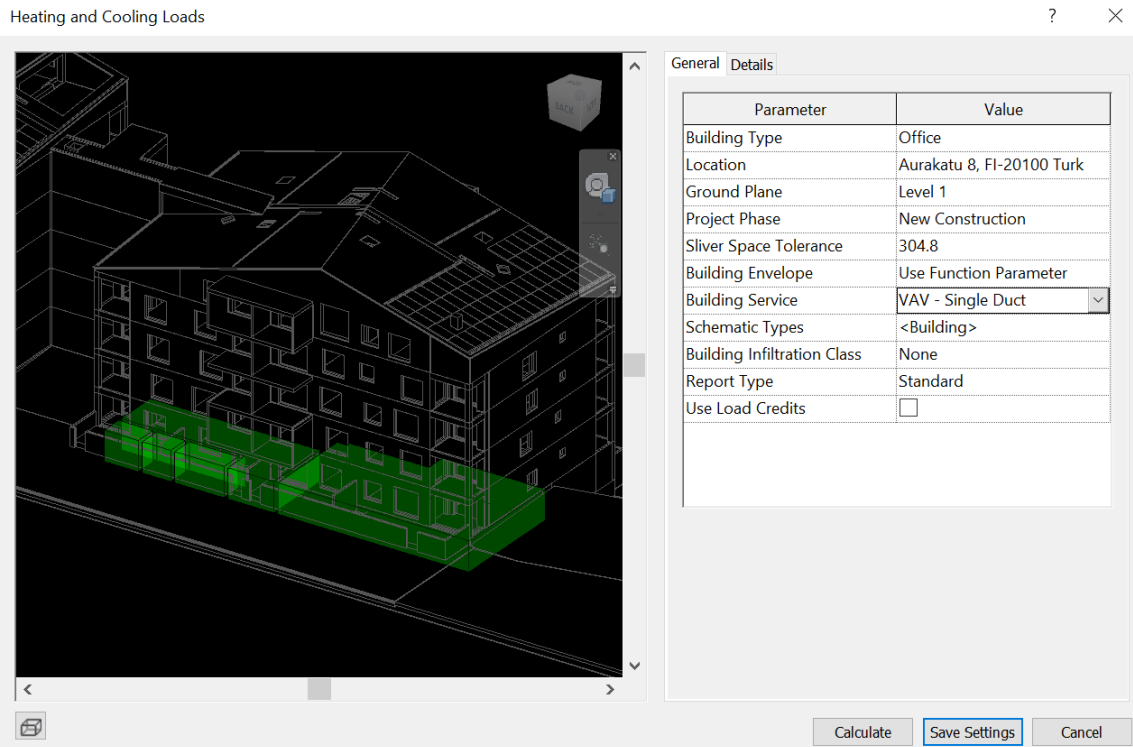
| Category | Override | Analytic Construction |
|------------------|--------------------------|---|
| Roofs | <input type="checkbox"/> | Sloping roof including loft (U=0.1589) ▾ |
| Exterior Walls | <input type="checkbox"/> | 8 in lightweight concrete block (U=0.8108) |
| Interior Walls | <input type="checkbox"/> | Frame partition with 3/4 in gypsum board (U=1.4733) |
| Ceilings | <input type="checkbox"/> | 8 in lightweight concrete ceiling (U=1.3610) |
| Floors | <input type="checkbox"/> | Passive floor, no insulation, tile or vinyl (U=2.9582) |
| Slabs | <input type="checkbox"/> | Un-insulated solid (U=0.7059) |
| Doors | <input type="checkbox"/> | Timber flush-panel hollow-core (U=2.3256) |
| Exterior Windows | <input type="checkbox"/> | Large double-glazed windows (reflective coating) - industry (U= |
| Interior Windows | <input type="checkbox"/> | Large single-glazed windows (U=3.6898, SHGC=0.86) |
| Skylights | <input type="checkbox"/> | Large double-glazed windows (reflective coating) - industry (U= |

All None Shading factor for exterior windows: 0

OK Cancel

KUVA 12. Materiaalien ja U-arvojen muokkausvalikko.

Työkalun tarkoituksena on siis tuottaa analyysi siitä, kuinka kyseinen rakennus suoriutuu vuoden aikana eri olosuhteissa. Heating and Cooling Loads -työkalu perustuu dynaamiseen simulointiin eli se ottaa huomioon rakennuksen sijainnin, varjostukset ja lämpötilat. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että Revit käyttää tunteja vain aamukuudesta iltakuuteen eikä koko 24 tuntia ja myös vain kuukausia marraskuusta toukokuuhun Suomessa. Simulointi aloitetaan Analyze -valikosta löytyvästä Heating and Cooling Loads napista. Avautuvasta näkymästä pystyt asettamaan rakennuksen tyyppin, sijainnin, uudis- vai korjauskohde, ilmastointitavan ja kerroksen, mistä haluat analyysin. Näiden asettamisen jälkeen pystyt vielä Details -välilehdeltä tarkastelemaan luotuja alueita ja tiloja ja varmistamaan, että niiden asetukset eivät ole päässeet muuttumaan. Samaiselta välilehdeltä löydät myös varoitukset liittyen rakennuksen alueisiin tai tiloihin, jos Revit on niitä jostain syystä löytänyt. Jos varoituksia ei löydy, voit aloittaa simuloinnin Calculate-napilla. (Mastering Autodesk Revit MEP)



KUVA 13. Heating and Cooling Loads -valikko.

Simuloinnin jälkeen ohjelma avaa automaattisesti raportin lämmitys- sekä jäähdytystehon tarpeesta. Raportista löydät yleisen yhteenvedon projektista sekä rakennuksesta. Projektin yhteenvedosta löydät yleiset tiedot projektiin liittyen kuten nimen, sijainnin, simuloinnin tekoajan ja raportin tyypin. TATE-suunnittelijaa kiinnostavat asiat löytyvät kohdasta Building Summary, joka sisältää; rakennuksen tyypin, pinta-alan, tilavuuden sekä simuloinnista tulleet tulokset. Rullaamalla raporttia alaspäin löytyy myös huonekohtaisesti jokaisesta luodusta tilasta analyysi.

Building Summary

| | |
|--|---------------|
| Inputs | |
| Building Type | Single Family |
| Area (m ²) | 146 |
| Volume (m ³) | 426.32 |
| Calculated Results | |
| Peak Cooling Total Load (W) | 9,475 |
| Peak Cooling Month and Hour | July 13.00 |
| Peak Cooling Sensible Load (W) | 9,580 |
| Peak Cooling Latent Load (W) | -105 |
| Maximum Cooling Capacity (W) | 9,475 |
| Peak Cooling Airflow (L/s) | 510 |
| Peak Heating Load (W) | 13,077 |
| Peak Heating Airflow (L/s) | 628 |
| Checksums | |
| Cooling Load Density (W/m ²) | 64.80 |
| Cooling Flow Density (L/(s·m ²)) | 3.49 |
| Cooling Flow / Load (L/(s·kW)) | 53.86 |
| Cooling Area / Load (m ² /kW) | 15.43 |
| Heating Load Density (W/m ²) | 89.44 |
| Heating Flow Density (L/(s·m ²)) | 4.29 |

KUVA 14. Simuloinnista saatu yhteenvedo rakennuksesta.

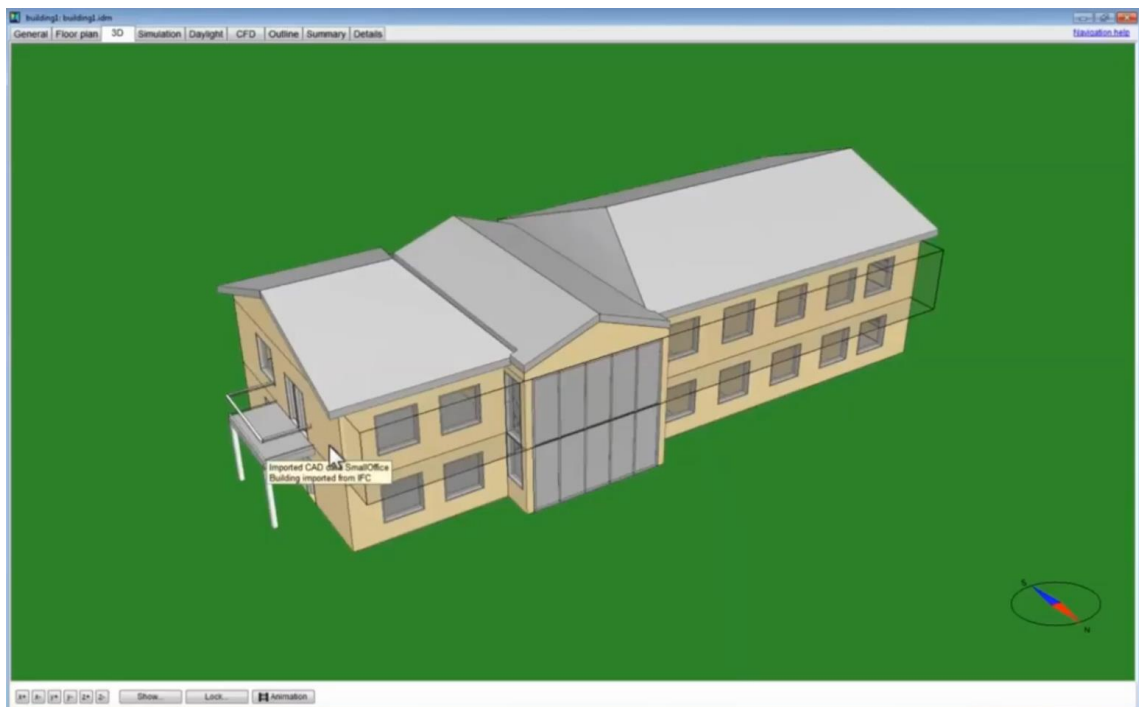
5.2.1 Lisätyökalun edut ja haitat

Lisätyökalun suurimman ongelman aiheuttaa muilla ohjelmilla kuin Revitillä tehtyjen arkkitehti mallien simulointi. Kun tiedosto tuodaan muusta ohjelmasta, niin Heating and Cooling Loads -työkalu ei tunnista arkkitehdin luomia tiloja. Tästä johtuen TATE-suunnittelija joutuu luomaan mallin samanlailla kuin Magicad for Autocadin Room -toiminnolla eli piirtämään rakennuksen uudelleen arkkitehtipohjien päälle. Revitistä löytyvien työkalujen avulla tästä ollaan kuitenkin tehty erittäin hankalaa, verrattuna tämän hetkiin tapaan laskea lämpöhäviöt. Työn aikana kokeiltiin luoda edellä mainitulla tavalla malleja eri kohteisiin, joista lämpöhäviöt oltiin laskettu entuudestaan Room -toiminnolla. Yhdessäkään kokeilussa ei päästy lähellekään Roomista saatuja tuloksia, vaikka mallin tekemiseen käytettiin huomattavasti enemmän aikaa kuin itse Room-mallin tekemiseen.

Valitettavasti työn aikana yrityksellä ei ollut vielä Revit -pohjaista arkkitehtimallia käytössä, vaan tarkastelut jouduttiin tekemään CAD- ja IFC-pohjaisesti linkittämällä ne Revit -ohjelmaan. Tämän työn pohjalta ei voida siis varmistua, miten lisäosa mahdollisesti toimisi, kun arkkitehdin malli olisi mallinnettu Revitillä. Muista suunnittelutoimistoista saattujen tietojen perusteella Revitillä ei olla laskettu lämpöhäviöitä, vaikka muu suunnittelu tapahtuukin Revit -ohjelmalla. Aikaisemmin tehdyt työt Revitin Heating and Cooling Loads -työkalusta ovat myös kritisoineet sen luotettavuutta lämpöhäviölaskennassa. (Review and Analysis of Heat Loads Calculation in Autodesk Revit MEP)

Jos suunnittelu siirtyisi yrityksessä Revit -ohjelmaan, tulisi sen miettiä vaihtoehtoisia keinoja lämpö- ja jäähdytystehontarpeen laskentaan. Laskennan voisi suorittaa erillisillä ohjelmistoilla, jos Revitin Heating and Cooling Loads -lisäosa ei tuota luotettavia laskentatuloksia, vaikka arkkitehdin malli olisikin luotu Revitissä. Mahdollisia erilaisia vaihtoehtoja olisivat tämän hetkinen Magicad for Autocadin Room -toiminto, joka ollaan todettu luotettavaksi ja suunnittelijat osaavat ennestään sen käytön. Tällöin resursseja ei kuluisi myöskään uuden ohjelman opetteluun. Tämä olisi varmasti ensimmäinen vaihtoehto ainakin sen ajan, kun vanhoja projekteja pitäisi ylläpitää Autocad -pohjaisella ohjelmalla. Tässä ratkaisussa ongelmana olisi useamman ohjelman lisenssikustannukset, mutta pakostikin alkuun yrityksellä joutuisi olemaan molemmat lisenssit päällekkäin, koska vanhat kohteet on suunniteltu juuri Autocad -pohjaisesti.

Toisena vaihtoehtona olisi myös tällä hetkellä yrityksessä käytössä oleva ohjelma IDA, Indoor Climate and Energy (IDA ICE). IDA ICE on dynaaminen simulointiohjelmisto, jonka avulla voidaan tutkia rakennuksen lämpöasetta sekä rakennuksen energiankulutusta. Ohjelmassa mallinnetaan rakennus samanlailla, kun Roomissa, mutta sen lisäksi siihen pystytään tarkasti luomaan talotekniset järjestelmät sekä säätölaitteet. Ohjelma tukee yleisimmin käytettyjä 2D ja 3D CAD-tiedostoja. Se tukee myös IFC-tiedostoja, jotka on tuotu Revitistä, Autocadista, Archicadista ja Magicadista. IDA ICEstä saadut laskentatulokset on mahdollista viedä Revittiin. Ohjelmasta saadut tulokset ovat luotettavia ja niitä pystyy hyödyntämään pelkälleen. Tässä vaihtoehdossa on ongelmana se, että TATE-suunnittelijalle tulisi uusi ohjelma opeteltavaksi, koska tällä hetkellä yrityksessä vain energialaskijat käyttävät kyseistä ohjelmaa. Ohjelman peruskäyttö on suhteellisen helppoa, jonka avulla saadaan tietoon rakennuksien lämpö- ja jäähdytyksen tarve, mutta myös IDA ICE tarvitsee omat lisenssimaksut, joka tuo lisäkustannuksia yritykselle. (Equa Simulation AB. IDA ICE)



KUVA 15. IDA ICE simulointiohjelma

6 MUUT LISÄTYÖKALUT JA - TOIMINNOT

6.1 Provision for Builderswork Openings

Provision for Builderswork Openings on reikävarausten tekemiseen suunniteltu lisätyökalu. Identtinen työkalu löytyy tällä hetkellä käytössä olevasta Magicad for Autocad -ohjelmasta. Revitissä työkalu löytyy Magicad Common välilehden alta. Itse suunnittelussa tai mallintamisessa ei myöskään ole eroja Autocad -pohjaiseen verrattuna. Lisätyökalusta löytyvät toiminnot manuaaliseen tai automaattiseen reikien suunnitteluun. Ohjelma mallintaa reiät kymmenen millia vaadittua reikää pidemmiksi. (Magicad for Revit – PV opetusmateriaali)

Revitin manuaalisen suunnittelun valikko on käytännössä identtinen verrattuna Autocadin omaan. Avautuvasta valikosta pystyt määrittelemään reiälle seuraavat asiat; onko se tarkoitettu mille tekniikalle (ilmastointi, putki, viemäri, sprinkleri vai sähkö), onko se pyöreä vai suorakulmainen, tuleeeko se kattoon vai seinään, sen fyysiset mitat ja voit tarvittaessa lisätä sen kommenttikenttään tarpeellisia tietoja. (Magicad for Revit – PV opetusmateriaali)

Provision for Builderswork Openings

Building Service Information

Provision is for ventilation

Provision is for piping

Provision is for plumbing

Provision is for sprinkler

Provision is for electrical

Owner:

Note:

Geometry

Circular Horizontal Opening

Rectangular Vertical Opening

Diameter/width: mm

Height: mm

Length: mm

Offset: mm

Select object

Comment

OK Cancel

KUVA 16. Manuaalisen reikäsuunnittelun valikko Revitissä.

Revitistä aivan Autocadin tapaan löytyy myös automaattinen reikävaraustyökalu. Työkalun käyttö on helppoa, mutta se vaatii toimiakseen Revitillä mallinnetun arkkitehtimallin. Jos käytössä on jollain muulla ohjelmalla mallinnettu kuva, ei automaattinen työkalu tunnista erilaisia rakenteita toisistaan. Automaattisen työkalun asetuksia pystyy muokkaamaan projektin Datasetin alta Modify Dataset ja sieltä edit Provision for Builderswork Openings. Asetuksissa voit määrittää muun muassa; palo- ja säätöpelleille tarvittavan ylimääräisen etäisyyden, etäisyyden milloin kanavat tai putket mallinnetaan samaan reikään ja milloin ei ja voit myös määrittää halkaisijan, milloin pyöreistä reikävarauksista tulee suorakaiteen muotoisia. Itse automaattisen reikätyökalun valikosta voit taas valita haluatko mallintaa reiät nykyiseen näkymään, valittuihin objekteihin, yhteen kerrokseen vai kaikkiin kerroksiin yhdellä kertaa.

Provision for Builderswork Openings - Options

Offset

| | Ventilation | Piping | Electrical |
|--|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Below/around rectangular objects (h1): | <input type="text" value="50"/> mm | <input type="text" value=""/> mm | <input type="text" value="50"/> mm |
| Around circular objects (h2): | <input type="text" value="50"/> mm | <input type="text" value="50"/> mm | <input type="text" value="50"/> mm |
| Above rectangular objects (h3): | <input type="text" value="50"/> mm | <input type="text" value=""/> mm | <input type="text" value="150"/> mm |

Extra offset around fire or flow dampers: mm

Merge into a single opening if distance between adjacent openings is less than (h4): mm

Limits

| | |
|--|--------------------------------------|
| Min. diameter for circular openings: | <input type="text" value="0"/> mm |
| Circular openings become rectangular openings if diameter exceeds: | <input type="text" value="9999"/> mm |
| Rounding step: | <input type="text" value="50"/> mm |
| Rounding down limit: | <input type="text" value="20"/> mm |
| Ignore circular openings smaller than: | <input type="text" value="0"/> mm |

Owner

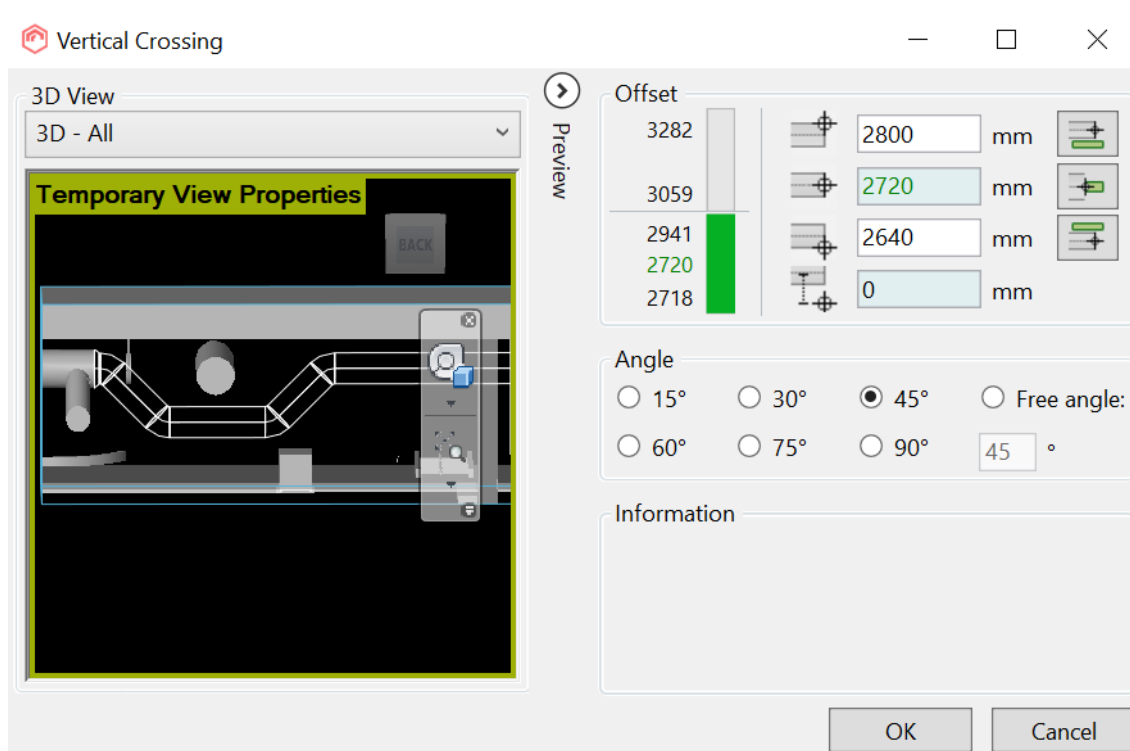
| | |
|--------------|---------------------------------|
| Ventilation: | <input type="text" value="V"/> |
| Piping: | <input type="text" value="HP"/> |
| Plumbing: | <input type="text" value="P"/> |
| Sprinkler: | <input type="text" value="S"/> |
| Electrical: | <input type="text" value="E"/> |

KUVA 17. Automaattisen reikäsuunnittelun asetukset Revitissä.

Työkalun käyttö ei siis eroa Autocad -pohjaisesta Magicadistä juuri ollenkaan. Revitissä voi saada kuitenkin huomattavan edun, jos arkkitehdin kuvat on mallinnettu Revit-muotoon. Tällöin automaattisen reikätyökalun avulla reikien suunnittelusta tulee tehokasta ja reikävaraussuunnitteluun tarvittava projektikohtainen tuntimäärä vähenee.

6.2 Crossing -työkalu

Tämän työkalun tarkoitus on helpottaa risteilyjen tekemistä kanaviin ja putkiin. Vertical Crossing -toiminnolla voit ohittaa jonkin elementin (esimerkiksi kanavan tai putken) muuttamalla korkeutta. Valitset vain kanavasta tai putkesta kaksi pistettä, joiden välissä olevaa korkeutta haluat muuttaa. Tämän jälkeen ohjelmaan avautuu alle olevassa kuvassa näkyvä valintaikkuna, jossa voit syöttää uuden halutun korkeuden manuaalisesti tai luoda korkeuden piirroksessa olevasta toisesta kanavasta tai putkesta. Valintoja on kolme; Bottom of, jos haluat sijoittaa kohteen toisen elementin alapuolelle, Center of, jos haluat saman korkeuden, tai Top of, jos haluat sijoittaa kohteen toisen elementin yläpuolelle. Samasta valikosta voit myös valita kulman, jossa korkeusmuutos tapahtuu. Ohjelma antaa myös varoituksen, jos jostain syystä tiettyä kulmaa ei voida käyttää. Yleensä tämä johtuu siitä, että muutokseen ei ole riittävästi tilaa. (Magicad for Revit – PV opetusmateriaali)

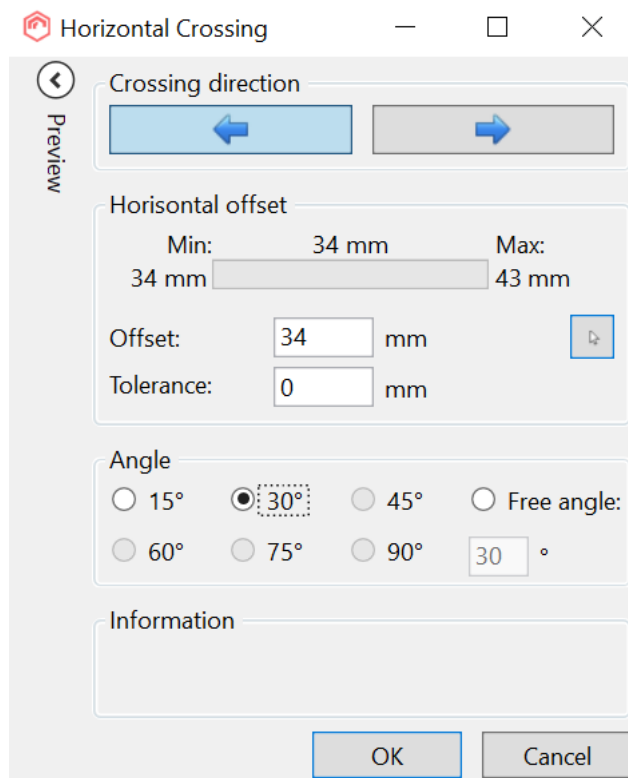


KUVA 18. Vertical Crossing valintaikkuna.

Multi-Crossing -työkalulla voit tehdä samanlaisia ohituksia kuin Crossingilla, mutta jos vierekkäin on monta samanlaista risteilyä, voit tämän työkalun avulla valita ne kaikki samalla kertaa. Valitset samanlailla kanavasta tai putkesta kaksi pistettä, joiden välissä olevaa korkeutta haluat muuttaa, mutta tämän jälkeen vielä valitset myös kaikki muut

vieressä olevat elementit, joiden korkeutta haluat muuttaa ja painat Finish. Valinnan jälkeen avautuu samanlainen valikko, kun Crossing -työkalussa eli voit muuttaa jälleen käytettävää kulmaa ja korkeutta.

Kahden edellä mainitun toiminnon lisäksi löytyy samanlaiset työkalut vaakatasossa tapahtumaan ohitukseen. Horizontal- ja Multi Horizontal Crossing -työkalut. Nämä toimivat samanlailla eli valitset jälleen kanavasta tai putkesta kaksi eri pistettä, joiden välissä haluat ohituksen tapahtuvan. Tämän jälkeen valitset vielä ohitettavasta elementistä kohdan, jonka mukaan ohitus tehdään. Näyttöön avautuu alla näkyvässä kuvassa oleva valintaikkuna, jossa voit valita haluatko ohittaa vasemmalta vai oikealta, kulman, mitä käytät ohituksessa ja ylimääräisen etäisyyden ohituspisteiden välille.

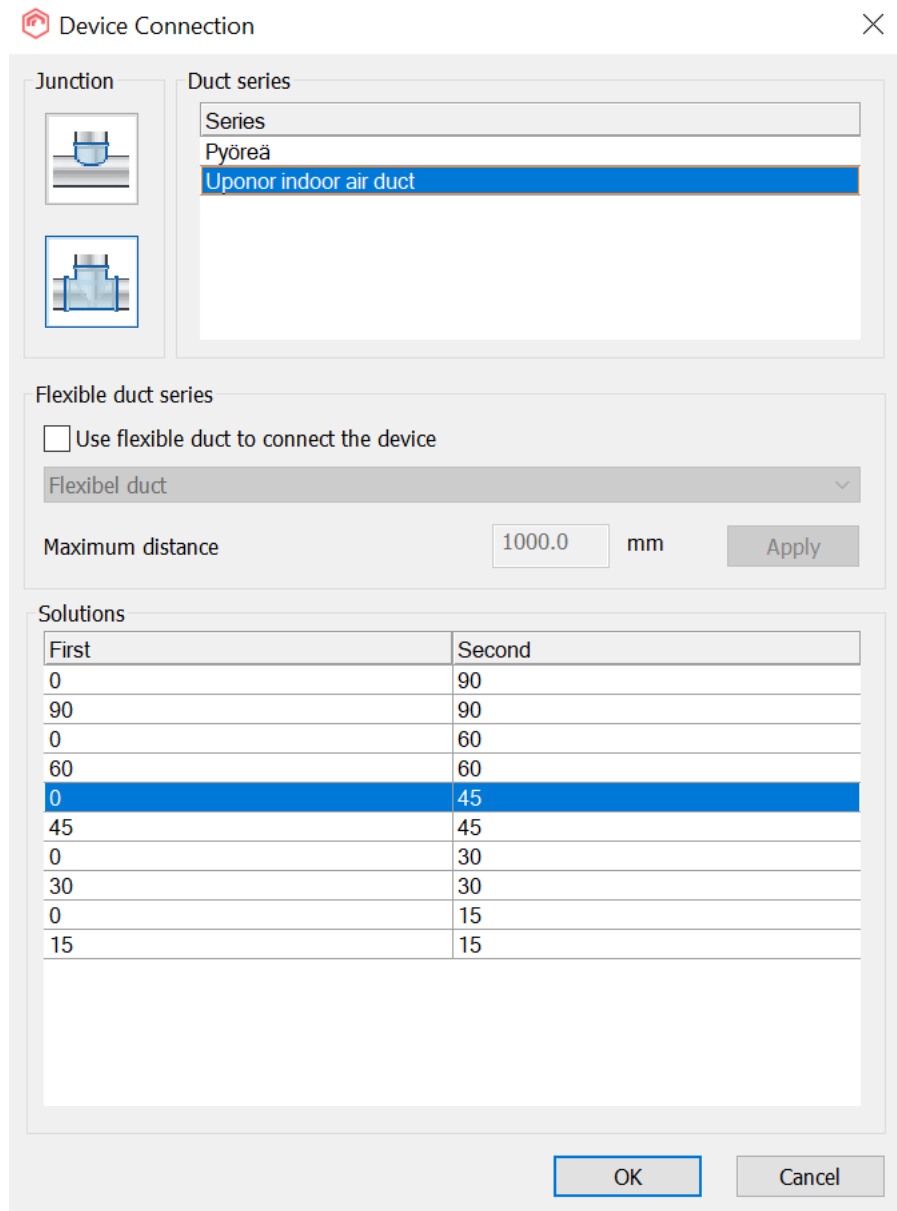


KUVA 19. Horizontal Crossing valintaikkuna.

Nämä Crossing -toiminnot ovat hyvin samankaltaisia, kuin Autocad -pohjaisessa suunnittelussa, mutta Revitistä löytyy laajemmat ja selkeämmät valikot. Pienellä opettelulla ja harjoittelulla näistä toiminnoista on hyötyä suunnittelussa ja siitä saadaan tehokkaampaa, jolloin säästyy tärkeitä suunnittelutunteja. Aikaa säästyy koska Autocad -pohjaisesta Magicadistä ei löydy vaakasuuntaisiin risteilyihin tarkoitettua työkalua eikä myöskään 3D-näkymää valikossa vaan korot täytyy muistaa.

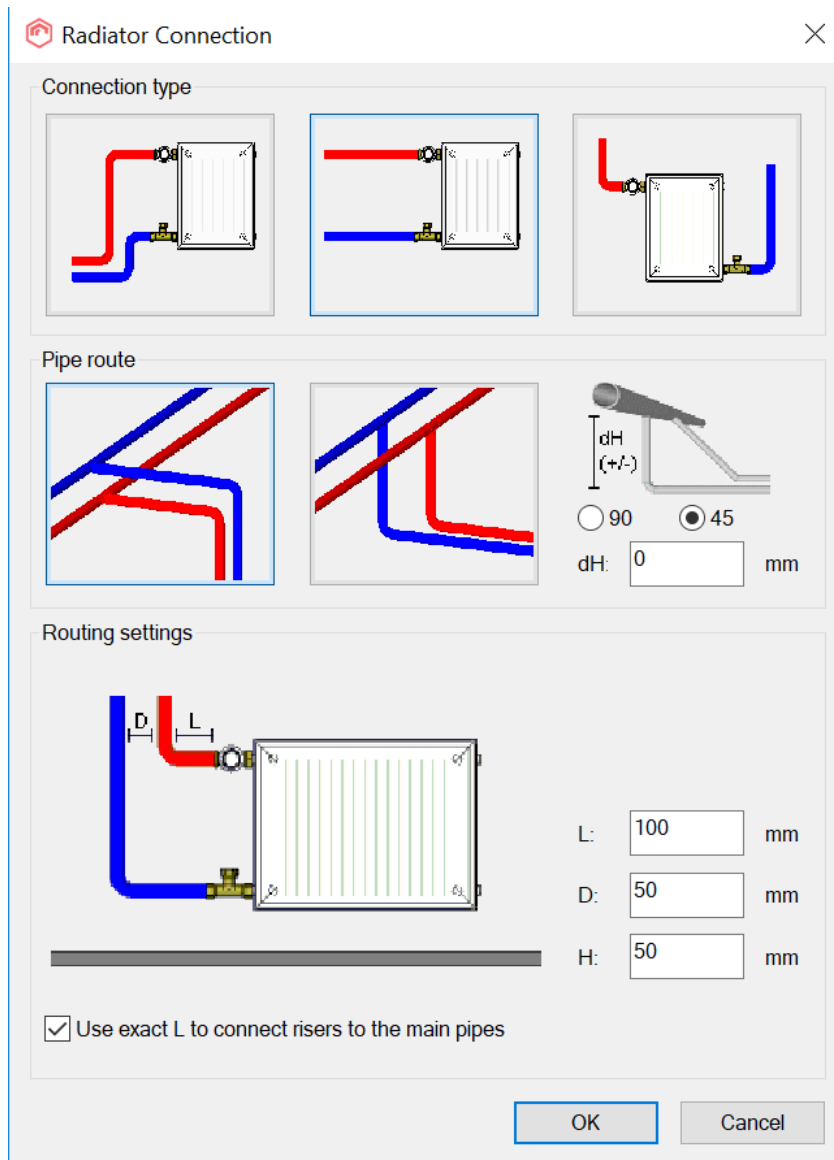
6.3 Connection -toiminto

Tämän toiminnon avulla voit liittää muun muassa ilmastoinnin päätelaitteita, pattereita ja vesisekoittimia omiin runkokanaviin, ja -putkiin. Ilmastoinnin kanavan pystyt liittämään painamalla Magicad Ventilation – välilehdellä olevaa Device Connection -painiketta. Tämän jälkeen avautuvasta valikosta pystyt valitsemaan yhden, monta tai tietyn alueen laitteet, jonka jälkeen napsautat runkolinjaa mihin haluat tehdä liitännän. Magicad luo automaattisesti T-kappaleen, mutta voit valita siihen myös lähtökauluksen alla näkyvästä valikosta. Samasta valikosta pystyt myös valitsemaan kanavan sarjan ja mahdollisen lähtökulman, jos kanava on eri korossa kuin päätelaite. (Magicad for Revit – PV opetusmateriaali)



KUVA 20. Device Connection valikko.

Pattereiden ja vesisekoittimien liittäminen tapahtuu Magicad Piping -välilehdeltä löytyvästä Pipe Connection -painikkeesta. Molempien liittäminen tapahtuu samanlailla. Seuraavaksi käydään esimerkkinä läpi pattereiden liittäminen. Painikkeesta näyttöön ilmestyy työkaluikkuna, josta voit valita, haluatko liittää yksittäisiä- vai valita useita pattereita ja liittää ne yhdellä kertaa. Yksittäisen patterin liittäminen; valitset työkaluikkunasta Select a device, jonka jälkeen valitset halutun patterin ja napsautat patteriverkoston menojä paluuputkia, johon haluat patterin liittää. Tämän jälkeen näyttöön avautuu alla näkyvässä kuvassa oleva valintaikkuna, josta voit valita liitännätavan. Useiden pattereiden liittäminen yhdellä kertaa tapahtuu lähes samanlailla; nyt valitset työkaluikkunasta Select multiple devices, jonka avulla valitset kaikki patterit, jotka haluat liittää, muuten useiden pattereiden liittäminen kerralla ei eroa yksittäisen patterin liittämisestä.



KUVA 21. Patterin liitännätavan valintaikkuna.

Connection -toimintojen avulla varsinkin yksinkertaisissa suunnittelukohteissa, joissa runkokanavat ja -putket kulkevat pääkäytävää pitkin, saadaan toiminnosta huomattavaa hyötyä, kun muun muassa pystytään yhdistämään koko kerroksen patteriverkosto yhdellä painalluksella. Toiminnon suurin hyöty on ylimääräisten toistojen poisjääminen suunnittelusta.

6.4 Interference Check -toiminto

Revitistä löytyy törmäyksen tunnistukseen tarkoitettu työkalu. Collaborate -välilehdeltä löytyy toiminto Interference Check. Valitsemalla Interference Check ilmestyy näyttöön valintaikkuna, josta voit valita tavan, miten Revit suorittaa törmäystarkastelun. Törmäystarkastelun voi suorittaa esimerkiksi samasta mallista löytyville kategorioille tai jossain X-mallissa olevalle elementille. Jos kaikki menee suunnitellusti, ilmestyy näyttöön teksti ”No Interference detected!” eli ei löytynyt törmäilyjä. Jos ohjelma huomaa törmäyksen, näyttöön ilmestyy alla näkyvä raportti, josta voit valita törmäyksen ja tarkastella sitä mallissa. (Magicad for Revit – PV opetusmateriaali)

Interference Report

Group by:

| Message | |
|--|--|
| [-] Ducts | |
| [-] Ducts | |
| Ducts : Round Duct : Pyöreä : id 1721378 | |
| Ducts : Round Duct : Pyöreä : id 1721835 | |
| [-] Ducts | |
| Ducts : Round Duct : Pyöreä : id 1721929 | |
| Ducts : Round Duct : Uponor indoor air duct : id | |

Created: 17. joulukuuta 2018 15:09:52
 Last Update:

Note: Refresh updates interferences listed above.

Show Export... Refresh Close

KUVA 22. Törmäystarkasteluraportti.

Lyhyellä harjoittelulla ja kokeiluilla voidaan todeta, että työkalu toimii hyvin ja tunnistaa törmäilyt. Yleisissä tietomallivaatimuksissa sanotaan ”kytkentäjohtojen kohdalla sallitaan DN10-25 putkistojen keskinäiset risteilyt”, tämä aiheuttaa jonkin verran ongelmia Revitin törmäystarkastelu työkalun käytössä. Työkalun huonona puolena on, että se ilmoittaa myös nämä DN10-25 törmäilyt, eikä asetuksia pystytä muokkaamaan, että se ei huomioisi näitä törmäilyjä. Tästä johtuen suunnittelija joutuu käymään lävitse kaikki mahdolliset ohjelman ilmoittamat törmäilyt ja varmistamaan, että vain sallitut törmäilyt jäävät suunnitelmiin.

Verrattaessa kuitenkin tällä hetkellä käytössä olevaan tapaan tehdä törmäystarkastelu, jossa Magicad for Autocadistä joudutaan luomaan jokaisesta kerroksesta oma IFC-tiedosto ja viemään ne erilliseen esimerkiksi Solibri Checker Vieweriin, jonka avulla itse tarkastelu vasta tehdään, säästää Revitin Interference Check huomattavasti tarkasteluihin tarvittavaa aikaa.

7 YHTEENVETO

Työn aika tutustuttiin erilaisiin Magicad for Revitin lisätyökaluihin ja -toimintoihin. Oikein käytettyinä lisätyökalut ja -toiminnot säästävät tärkeitä suunnittelu tunteja projekteissa. Tulevaisuudessa siirryttäessä täysin tietomallisuunnitteluun Magicad for Revitistä löytyvästä Supports & Hangers -lisätyökalusta saadaan suuri hyöty varsinkin tekniikka tiheissä tiloissa, jolloin varmistutaan, että myös tärkeät kannakkeet mahtuvat eikä työmaa-aikana jouduta tekemään muutoksia. Lisätyökalun ehdoton etu on sen yksinkertaisuus ja helppo käyttäminen. Käytön oppii nopeasti perehdytyksellä ja pienellä harjoittelulla. Lisätyökalusta löytyy vielä kehitettävää kuten se ei tunnista automaattisesti kannakkeiden edessä olevia muun muassa kanavia vaan ne täytyy vielä kiertää manuaalisesti. Toinen miettimisen asia on yleisesti kannakkeiden mallinnus, koska se lisää työtunteja suunnitteluprojekteihin, vaikka niiden mallintaminen onkin Supports & Hangers -lisätyökalulla nopeaa. Näille lisätunneille pitäisi osata varata oikea määrä tunteja tarjouskilpailuvaiheessa.

Suurimman ongelman siirtymisestä Magicad for Revittiin aiheuttaa lämpöhäviölaskenta. Magicad for Revitistä löytyvän Heating and Cooling Loads -työkalun käyttö on hankalaa ja todella aikaa vievää, jos arkkitehdin malli on tehty jollain muulla ohjelmalla kuin Revitillä. Tämän lisäksi tämän työn aikana tehtyjen kokeilujen perusteella lisätyökalusta saatuihin tuloksiin ei voida luottaa. Valitettavasti työn aikana ei ollut käytössä Revit - pohjaista arkkitehtimallia vaan tarkastelut tehtiin CAD – ja IFC-pohjaisesti linkittämällä ne Revit -ohjelmistoon. Tämän työn pohjalta ei voida siis todeta miten lisätyökalu toimisi, jos arkkitehdin malli olisi mallinnettu Revitillä. Tämä ei ole kuitenkaan esteenä siirtyä Magicad for Revittiin vaan lämpöhäviölaskenta voitaisiin suorittaa erillisellä ohjelmalla kuten Idalla (Indoor Climate and Energy) tai Olof Granlund Oy:n kehittämällä olosuhde- ja energiasimulointiohjelmalla Riuskalla. Kyseinen dynaaminen simulointiohjelmisto on valmiiksi käytössä yrityksessä.

Muut Magicad for Revitistä löytyvät lisätyökalut ja -toiminnot nopeuttavat suunnittelua, kunhan niiden käyttö tulee rutiininomaiseksi. Reikätyökalu ei eroa millään tavalla Autocad -pohjaisesta Magicad-ohjelmasta, joten sen opetteluun ei kulu aikaa suunnittelijalta. Crossing -työkalu löytyy myös Autocad -pohjaisesta, mutta Revitin Magicadista löytyy laajemmat ja selkeämmät valikot kanava- ja putkiristeilyjen tekemiseen. Uutena Revit -

pohjaisesta Magicadistä löytyy myös vaakasuuntaisiin risteilyihin tarkoitettu työkalu ja 3D-näkymä, jonka avulla korkojen huomiointi helpottuu. Älykkään Connection -toiminnon avulla Magicad for Revitissä voit liittää muun muassa päätelaitteet ja patterit omiin runkokanaviin ja -putkiin. Tämän toiminnon avulla suunnittelu saman kaltaisissa tiloissa nopeutuu, koska jokaista haarakanavaa ja -putkea ei tarvitse piirtää yksitellen. Toiminnon suurin hyöty tulee, kun ylimääräiset toistot jäävät suunnittelusta pois. Siirtymistä Revitiin puoltaa myös Interference Check -lisätoiminto, jonka avulla törmäystarkastelut pystytään suorittamaan itse ohjelmistossa. Verrattaessa tämän hetkiseen tapaan suorittaa törmäystarkastelu, jossa Magicad for Autocadissä joudutaan luomaan jokaisesta kerroksesta oma IFC-tiedosto ja viemään ne erilliseen ohjelmaan, jossa itse törmäystarkastelu tapahtuu vasta, tulee Revitistä löytyvä lisätoiminto säästämään tarkasteluihin tarvittavaa aikaa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että Magicad for Revit -ohjelmisto säästää huomattavan määrän suunnittelutunteja varsinkin tietomallikohteissa. Siitä löytyvistä lisätyökaluista ja -toiminnoista saadaan hyötyä joka päiväiseen suunnitteluun, kun turhat toistot pystytään poistamaan 3D-tekniikan ja älykkäiden valikkojen avulla.

8 POHDINTA

Kehittääkseen suunnittelua eteenpäin on uusien ohjelmistojen ja toimintatapojen hyödyntäminen välttämätöntä. Kehittyneen Magicad for Revit -ohjelmiston avulla voidaan ottaa seuraava askel parempaan, kehittyneempään ja nopeampaan tietomallinnussuunnitteluun.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella Progman Oy:n kehittämää Magicad for Revit -ohjelmistoa ja varsinkin sen lisätyökaluja. Opinnäytetyön alussa asetetut tavoitteet saavutettiin hyvällä tasolla. Työssä kuvattiin tietomallintamista ja siihen liittyviä vaatimuksia sekä ohjelmistoja joilla tietomallintaminen onnistuu. Työn pääpaino keskittyi Magicad for Revitiin ja sen lisätyökaluihin. Käytettyjen lähteiden ja opetusvideoiden avulla saatiin selkeä käsitys tietomallista, tietomallinnusohjelmista sekä Magicad for Revitin lisätyökalujen toiminnasta ja hyödyllisyydestä osana suunnitteluprosessia.

Magicad for Revitin käyttäminen TATE-suunnittelussa voi vähentää arvokkaita suunnittelutunteja hankkeissa. Ohjelman lisätyökaluja sekä -ominaisuuksia hyödyntämällä voidaan suunnittelu viedä uudelle tasolle verrattuna tällä hetkellä käytössä olevaan Magicad for Autocad -ohjelmaan. Ohjelma mahdollistaa rakennuksen mallin kokonaisvaltaisen hyödyntämisen, jonka avulla suunnittelusta saadaan tehokkaampaa ja entistä tarkempaa. Optiplanin tavoitteena on uudistaa toimialaa ja tarjota ylivertaisia kestävän kehityksen mukaisia ratkaisuja. Magicad for Revitin kaltainen ohjelma tukisi tätä tavoitetta.

Tässä opinnäytetyössä tutkittu Magicad for Revit vaatii yritykseltä hetkellisen lisäinvestoinnin, koska ohjelman käyttöönotto vaatii suunnittelijoiden koulutuksen sekä lisenssien hankinnan Revitiin. Lisäkustannuksia tulee myös kahden eri suunnitteluohjelman lisenssien ylläpitämisestä, koska vanhat projektit ovat toteutettu Autocad -pohjaisesti. Näistä asioista huolimatta Optiplanin kannattaa miettiä siirtymistä Revit -pohjaiseen suunnitteluun, koska tietomallihankkeet ovat nykyään tavallisia. Tärkeää on kuitenkin muistaa, että oikein käytettynä Magicad for Revit todennäköisesti vähentää työhön käytettäviä suunnittelutunteja tulevaisuuden projekteissa suunnittelun siirtyessä tietomallipohjaiseksi.

Ohjelman investoinnin takaisinmaksuajan arvioiminen on kuitenkin hyvin haastavaa, koska varmuudella ei voida sanoa kuinka monta tuntia ohjelman oppimiseen yhdeltä

suunnittelijalta kuluu sekä kuinka monta tuntia se vähentää kokonaissuunnitteluun vaadittavaa tuntimäärää. Toisaalta ensi vuoden aikana toteutettavasta pilottihankkeesta saadaan tärkeää tietoa, kuinka ohjelma toimii osana TATE-suunnittelua.

Suunnittelutyön kehittyminen vaikuttaa voimakkaasti siihen, kuinka Magicad for Revitin ja sen lisätyökaluja pystytään hyödyntämään tulevaisuudessa. Suurimmaksi osaksi ohjelmasta löytyviä lisätyökaluja ja -toimintoja pystytään hyödyntämään tämänpäiväisessä suunnittelussa, mutta Supports & Hangers -lisätyökalu on mahdollinen poikkeus. Lisätyökalun avulla urakoitsijoiden ei tarvitsi olla huolissaan, onnistuuko kannakointi työmaalla, vaan he voisivat valmiista mallista siirtää ratkaisut fyysiseen toteutukseen. On todennäköistä, että kannakointien mallintamisen tulo asuntoprojektin suunnitteluun tulee kestämään, koska tämän hetkistä 2D-mallisista työmaapiirustuksista niitä on mahdoton hahmottaa sekä hyödyntää. Aika tulee näyttämään tuleeko kannakointien suunnittelu osaksi suunnitteluprojektia vasta työmaiden siirtyessä 3D-piirustuksiin. Viimeistään tämän tahtuessa tarvitsee Optiplanin suunnittelijoilla olla tietotaito Magicad for Revitin S&H -lisätyökalusta.

Opinnäytetyön ohjeen kaltainen tutkimus rajattiin ainoastaan Magicad for Revit -ohjelmaan. Markkinoilta löytyy myös muita talotekniseen tietomallintamiseen tarkoitettuja ohjelmia. Mahdollisena jatkotutkimuksena voitaisiin tarkastella miten muut suunnitteluohjelmat eroavat Magicad for Revitistä ja sopisiko niistä joku paremmin Optiplanin tulevaisuuden näkyisiin. Toisena vaihtoehtona olisi tutkia ensi vuoden aikana toteutettavasta pilottihankkeesta kuinka paljon aikaa todella tarvitaan ohjelman opettamiseen, sisäistämiseen sekä paljonko suunnittelussa säästää tunteja verrattuna Autocad -pohjaiseen projektiin.

Opinnäytetyön perusteella voidaan arvioida, että Magicad for Revitin ja sen lisätyökalujen vähentävän suunnitteluun tarvittavia tunteja verrattuna tämän hetkiseen Magicad for Autocad -ohjelmaan. Kysymysmerkin aiheuttaa lämpöhäviöiden laskeminen, koska Revitissä tehtyjen kokeilujen perusteella Heating and Cooling Loads -lisätyökalun antamiin tuloksiin ei voida luottaa. Magicad for Revit -ohjelma osoittautui tämän opinnäytetyön perusteella erittäin varteenotettavaksi vaihtoehdoksi tulevaisuudessa Optiplanilla.

LÄHTEET

Aallo, V. 2018. Lähtötietoaineiston luonti MagiCAD for Revit -ohjelmistoon. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutus. Tampere.

Autodesk. About Parameters 2018.

<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-Model/files/GUID-AEBA08ED-BDF1-4E59-825A-BF9E4A871CF5-htm.html>

Autodesk. AutoCAD overview 2018.

<https://www.autodesk.eu/products/autocad/overview>

Autodesk. Official Training Guide. Mastering Autodesk Revit MEP. Versionumero 2014.

Autodesk. Revit overview 2018.

<https://www.autodesk.eu/products/revit/overview>

buildingSMART. IFC. Artikkel. Luettu 18.12.2018.

<http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/>

Equa Simulation AB. IDA ICE. Luettu 20.12.2018.

<https://www.equa.se/fi/ida-ice>

MagiCAD. LVIS-sovellukset. Artikkel. Luettu 26.11.2018.

<https://www.magicad.com/fi/lvis-sovellukset/>

MagiCAD. For Powerful MEP Desing with Revit. Artikkel. Luettu 18.12.2018.

https://www.magicad.com/wp-content/uploads/2018/06/MagiCAD_Revit_2018_ENG.pdf

MagiCAD. Recorded Webinars.

<https://www.magicad.com/en/webinars/recorded-webinars/>

Mäkelä, A. 2018. MagiCAD for Revitin käyttöönoton edut ja haasteet LVI-suunnittelussa. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutus. Helsinki.

Optiplan Oy. Nettisivu. Luettu 26.11.2018.

<https://optiplan.fi/>

Progman Oy. Magicad for Revit – PV opetusmateriaali. Versionumero 2018.

Sergey, U. 2012. Review and Analysis of Heat Loads Calculation in Autodesk Revit MEP. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikka. Oulu.

Siloaho, S. 2017. MagiCAD for Revit tietomallipohjaisessa LVI-suunnittelussa. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu, talotekniikan koulutus. Helsinki.

Tampereen kaupunki Tilakeskus. Tietomalliohje suunnittelijoille. 2016. Kiinteistökehitys.

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

RT 10-11069. Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 10-11129. Taloteknisen suunnittelun tehtävälueetelo TATE12. 2013. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 84-10818. Putkistojen ja kanavien kannakointi. 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriö. Tasauskalkentaopas 2018. Rakennuksen lämpöhäviön määräysten mukaisuuden osoittaminen. 31.3.2017