



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Ilari Särkikoski

Revit-ohjelmiston käyttöönotto sähkösuunnittelussa ja lähtötietoaineiston luonti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

31.5.2020

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Ilari Särkikoski Revit-ohjelmiston käyttöönotto sähkösuunnittelussa ja lähtötietoaineiston luonti 23 sivua 17.3.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	osastonjohtaja Jussi Kairi lehtori Jarno Nurmio
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua Revit-ohjelmiston käyttöön sähkösuunnittelussa sekä luoda lähtötietoaineisto, jota voidaan käyttää pohjana tulevissa projekteissa. Tarve työlle lähti siitä, että nykyään moni suunnitteluala suunnittelee käyttäen Revit-ohjelmistoa, ja näin ollen työskentelyn tehokkuutta saataisiin parannettua kaikkien suunnittelualojen työskennellessä samalla suunnitteluohjelmistolla.</p> <p>Opinnäytetyön kirjallisessa raportissa käydään läpi Revit-tietomalliohjelmiston yleisiä toimintoja sekä asioita, jotka liittyvät template-mallipohjan luontiin. Siinä tutustutaan myös tietomallintamiseen ja siihen liittyviin vaatimuksiin sekä ohjeisiin. Lähtötietoaineistoa lähdettiin rakentamaan Revit-ohjelmiston mukana tulleen yleisen mallipohjan päälle.</p> <p>Lähtötietoaineisto sisältää valmiita näkymiä, tulostuspapereita, asetuksia, määrittämiä sekä monia muita ominaisuuksia, jotka toistuvat useassa projektissa. Näin ollen niitä ei tarvitse tehdä uudestaan joka kerta, kun aloitetaan uusi projekti. Työssä saatiin aikaiseksi lähtötietoaineisto, joka tulee vielä kehittämään tulevaisuuden projektien myötä.</p>	
Avainsanat	Revit, lähtötietoaineisto, tietomallinnus

Author Title Number of Pages Date	Ilari Särkikoski Introduction of Revit Software in Electrical Design and Creation of Project Template 23 pages 17 March 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Electrical Building Services
Instructors	Jussi Kairi, Department Manager Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to get acquainted with the use of Revit software in electrical design and to create a template that can be used as a basis for future projects. The need for the project stemmed from the fact that many design fields are already designing using Revit software, and thus working efficiency could be improved when all design fields work with the same design software.</p> <p>The thesis discussed the general functions of Revit software as well as matters related to the creation of a template. Furthermore, the thesis studied building information modelling and the standards and guides governing it. The construction of the template was started with the use of a general template that came with the Revit software as a basis.</p> <p>The template that was created in the final year project includes ready-made views, sheets for printing, settings and many other features that are repeated in every project. The template will be further developed in future projects.</p>	
Keywords	Revit, template, BIM

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietomallinnus (Building Information Modeling)	2
2.1	Tietomallivaatimukset (Yleiset tietomallivaatimukset 2012)	3
2.1.1	Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe	3
2.1.2	Toteutusvaihe	3
3	Revit	4
3.1	Työnjako (Worksharing)	4
3.2	Tietomallin linkittäminen (Link Revit) ja seuranta (Monitoring)	5
3.3	Perheet (Families)	6
3.4	Revit MEP	7
3.5	MagiCAD for Revit	7
4	Template (mallipohja)	8
4.1	Näkymät (Views)	9
4.1.1	Aloituskäyttö (Starting View)	9
4.1.2	Suunnittelunäkymät (Plan Views)	10
4.1.3	3D-näkymät (3D Views)	12
4.1.4	Korkonäkymät (Elevation Views)	12
4.1.5	Näkymäsuodattimet (View Filters)	13
4.1.6	Näkymätemplatet (View Templates)	14
4.2	Sähköasetukset (Electrical Settings)	15
4.3	Luettelot (Schedules)	15
4.4	Tulostuspaperit (Sheets)	16
4.4.1	Tulostuspohja (Titleblock)	17
4.5	Parametrit (Parameters)	18
4.6	Projektihakemisto (Project Browser)	19
4.7	Dataset	20
5	Yhteenveto	21
	Lähteet	23

Lyhenteet

- CAD Computer-aided design. Tietokoneavusteinen suunnittelu. Tietokoneen käyttöä apuvälineenä suunnittelutyössä. Sisältää numeerista laskentaa, 2D-piirtämistä, 3D-mallintamista sekä simulointia.
- IFC Industry foundation classes. Kansainvälisen rakennusalan standardin mukainen tiedostotyyppi tuotemalliperusteisen tiedon siirtoon tietokonejärjestelmästä toiseen.

1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli AFRY Finland Oy. Ruotsalainen ÅF osti suomalaisen konsultointi- ja suunnitteluyritys Pöyryn vuoden 2019 alussa, ja saman vuoden lopussa yhtiö julkisti uuden brändinsä, AFRY:n. AFRY on yhdistymisen myötä pohjoismaiden suurin suunnittelu- ja konsultointiyhtiö, ja se työllistää noin 17 000 henkilöä ympäri maailmaa. AFRY kehittää tulevaisuuden ratkaisuja yhdessä infra- teollisuus- ja energiasektoreilla toimivien asiakkaidensa kanssa.

Opinnäytetyössä käydään läpi Revit-tietomalliohjelmiston yleisiä toimintoja sekä asioita, jotka liittyvät template-mallipohjan luontiin. Siinä tutustutaan myös tietomallintamiseen ja siihen liittyviin vaatimuksiin sekä ohjeisiin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Revit-ohjelmiston mahdollista käyttöönottoa sähkösuunnittelussa ja tehdä alustavia toimenpiteitä sitä varten kuten templatien eli mallipohjan luominen. Mallipohja toimii pohjana suunnittelussa, ja se sisältää valmiita näkymiä, tulostuspapereita, asetuksia, määryksiä sekä muita ominaisuuksia. AFRY:llä on Revit-ohjelmisto käytössä jo monella muulla suunnittelualalla, ja näin ollen yhteistyötä saataisiin parannettua, jos kaikki työskentelisivät samalla ohjelmistolla. Tällä hetkellä sähkösuunnittelussa on pääasiassa käytössä AutoCAD-ohjelmiston päällä toimiva MagiCAD-sovellus. Eri ohjelmistoilla työskentely lisää riskiä virheiden sattumiseen, ja esimerkiksi joissain projekteissa on ilmennyt ongelmia arkkitehdin mallin kohdistamisessa samaan origoon sähkömallin kanssa.

Työ eteni siten, että aluksi tutustuin Revit-tietomalliohjelmistoon, sen sisältämiin valikoihin ja perustoimintoihin yleisellä tasolla. Seuraavaksi aloitin harjoitusprojektin eli suunnittelin sähköjärjestelmiä Revit-ohjelmiston mukana tulleen arkkitehtidemoprojektin päälle, jotta mallipohjan luonti saataisiin alulle. Tätä kohtaa varten otin pohjaksi Revitin mukana tulleen yleisen mallipohjan, jota lähdin muokkaamaan. Tutustuin ohjelmiston sisältämiin sähkösuunnittelun työkaluihin ja samalla kokosin ohjeita omaan ja työtovereiden käyttöön. Sen jälkeen, kun työ sisälsi kaiken oleellisen, poistin arkkitehtipohjan, sähköasennukset ja muut tarpeettomat elementit. Näin jäljelle jäi pohja, jossa oli kaikki tarvittavat asetukset. Tallensin tämän pohjan Revitin template-tiedostona, ja se on valmiina käytettäväksi seuraavassa, oikeassa projektissa.

2 Tietomallinnus (Building Information Modeling)

Tietomallinnus on kaiken rakennuskohteessa tarvittavan tiedon kokoaminen yhteen tietokoneeseen koko sen elinkaaren ajaksi. Näin ollen kaikki kohteeseen liittyvä tieto on hyödynnettävissä aina suunnitteluvaiheesta ylläpitoon saakka. Tietomalliin liittyy myös rakennuksen geometrian määrittäminen ja esittäminen kolmiulotteisesti. Sen avulla pystytään havainnollistamaan ja simuloimaan suunnitteluprojektin osa-alueita. Perinteisessä dokumenttipohjaisessa suunnittelussa hankkeen tiedot ovat hajallaan erinäisissä piirustuksissa, kaavioissa ja luetteloissa, kun taas tietomallipohjaisessa suunnittelussa kaikki on sisällytetty yhteen malliin, josta voidaan tarpeen mukaan tulostaa halutut dokumentit. Työskentely yhden mallin kanssa varmistaa sen, että mitkään suunnittelupiirustukset ja leikkauskuvat eivät ole ristiriidassa keskenään, ja kaikki määrälliset vastaavat tarkasti mallin määriä. (1)

Tietomalli pitää sisällään usean suunnittelualan malleja, ja näiden yhteensopivuus tulee varmistaa yhdistämällä kaikki osamallit yhdistelmämalliksi. Jos kaikki suunnittelualat työskentelevät Revitillä, pystytään tämä tekemään ohjelmiston sisällä linkittämällä muiden suunnittelualojen tiedostot kukin omaan tiedostoonsa. On kuitenkin mahdollista, että projektissa on käytössä eri suunnitteluohjelmistoja, joten tätä varten tarvitaan yhteinen siirtomuoto objektien älykkääseen tiedonsiirtoon. Yleisesti tähän käytetään IFC (Industry Foundation Classes) -formaattia. (1) Kuvassa 1 on esitetty Revitin mukana tulleen rakennuksen tietomallin 3D-näkymä.



Kuva 1. Rakennuksen tietomallin 3D-näkymä Revit-ohjelmistossa

2.1 Tietomallivaatimukset (Yleiset tietomallivaatimukset 2012)

Tietomallintamisen käyttö kasvaa jatkuvasti rakennusalalla ja tämä on johtanut ”Yleiset tietomallivaatimukset 2012” -julkaisusarjan luontiin (RT-kortti 10-11066). Lähtökohtana näille vaatimuksille ovat olleet tilaajaorganisaatioiden aikaisemmat ohjeet ja niistä saadut käyttökokemukset sekä ohjeitten kirjoittajien seikkaperäinen kokemus mallipohjaisesta toiminnasta. Yleisissä tietomallivaatimuksissa esitetään vähimmäisvaatimukset mallinnukselle sekä mallien tietosisällölle. Vähimmäisvaatimukset on tarkoitettu noudatettavaksi kaikissa rakennushankkeissa, joissa näitä vaatimuksia halutaan käyttää. Vähimmäisvaatimusten lisäksi voidaan esittää lisävaatimuksia tapauskohtaisesti. (2) Talotekninen tietomallinnus jakautuu kahteen suunnitteluvaiheeseen: ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheeseen ja toteutusvaiheeseen (3).

2.1.1 Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe

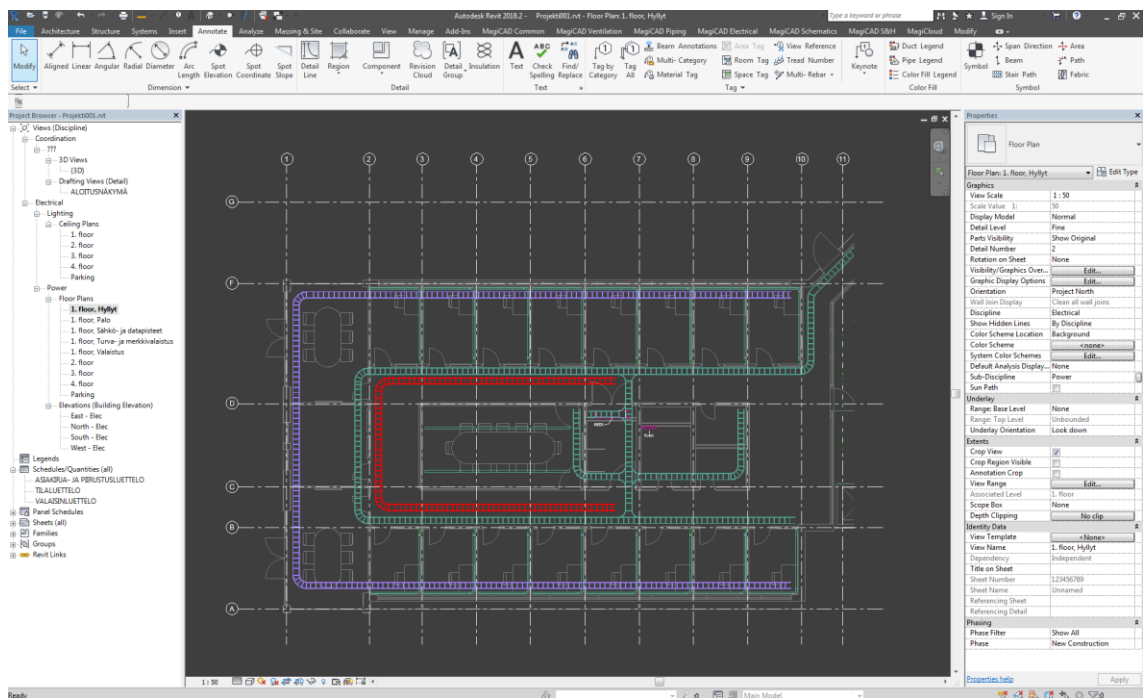
Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa talotekninen suunnittelu keskittyy arkkitehtien ja rakennesuunnittelijoiden tukemiseen mallin teossa jakamalla tarvittavia tietoja. Tukeminen tapahtuu esimerkiksi erilaisten laskelmien ja simulointien muodossa. Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa talotekninen suunnittelu ei tuota koko rakennuksen kattavaa järjestelmämallia, vaan keskittyy tilavarauksiin, järjestelmävalintoihin sekä palvelu-aluekaavioihin. Sähkösuunnitteluun liittyen yleissuunnitteluvaiheessa mallinnetaan sähköjakelun laitteistot, keskukset ja johtotiet. (3)

2.1.2 Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa tehdään koko rakennuksen kattavat järjestelmämallit. Aikaisemmin mallinnettujen komponenttien lisäksi mallinnetaan nyt myös valaistus. Vähän tilaa vievien komponenttien kuten pistorasioiden ja kytkimien 3D-geometriaa ei vaadita mallinnettavaksi muuta kuin erikseen sovituissa mallihuoneissa sekä mahdollisesti alakattoasennuksissa. Asennuskaapeleita ja -putkituksia ei vaadita mallinnettavaksi ollenkaan. Yleiset tietomallivaatimukset sisältävät myös värivaatimukset johtoteille, lattiakanaville sekä jakelukiskoille. (3)

3 Revit

Revit on Autodeskin kehittämä tietomallipohjainen suunnitteluohjelmisto, joka on tarkoitettu arkkitehdeille, rakennesuunnittelijoille, talo- ja konetekniikan suunnittelijoille sekä urakoitsijoille. Revit-ohjelmisto mahdollistaa monimutkaisten rakennusten ja teknisten systeemien suunnittelun ja mallintamisen. Toisin kuin perinteisissä CAD-ratkaisuissa, jotka vaativat useita tiedostoja eri suunnittelualojen järjestelmille, pystytään Revit-ohjelmistolla nämä kaikki mallintamaan yhdessä tiedostossa (4, s. 45). Tässä opinnäytetyössä käytettiin Autodesk Revit 2018.2 -versiota. Kuvassa 2 on esitetty Revit-ohjelmiston käyttöliittymä.

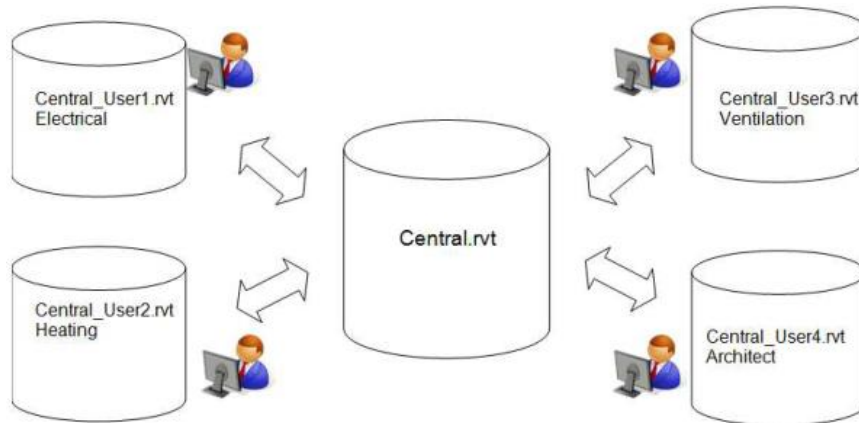


Kuva 2. Revit-ohjelmiston käyttöliittymä

3.1 Työnjako (Worksharing)

Revit-tietomalliohjelmiston projektitiedosto pystytään asettamaan siten, että se mahdollistaa usean suunnittelijan samanaikaisen työskentelyn mallin parissa. Kun työnjako otetaan käyttöön tiedostossa, muuttua se tämän tiedoston keskustiedostoksi (Central File). Tämä tiedosto toimii säilytyspaikkana mallille ja kaikille siihen liittyville komponenteille. Itse suunnittelu tapahtuu keskustiedoston kopioissa, joita kutsutaan paikallisiksi tiedostoiksi (Local File). Nämä paikalliset tiedostot kommunikoivat suunnittelijan tekemät muutokset takaisin keskustiedostoon ja tätä kautta myös muiden suunnittelijoiden

näkymiin. Keskustiedoston säilytyspaikka olisi verkkolevyllä, jossa se olisi kaikkien suunnittelijoiden saatavilla, kun taas paikalliset tiedostot sijaitsisivat käyttäjien työasemien kovalevyillä. Kun projektissa on otettu työnjako käyttöön, ei keskustiedostoa tulisi avata, ellei se ole täysin pakollista, sillä se voi luoda ongelmia työnjakoon liittyen. (4, s. 45–46.) Kuvassa 3 on havainnollistettu työnjaon periaatetta ja tiedon siirtymistä paikallistiedostojen ja keskustiedoston välillä.



Kuva 3. Työnjaon periaate (5)

Jotta pystytään varmistamaan se, että useampi saman suunnittelualan suunnittelija ei muokkaa samoja asioita samaan aikaan, voidaan Revit-ohjelmistossa luoda työsarjoja (Worksets). Työsarjoja voidaan määrittää esimerkiksi sähköjärjestelmien mukaan, jolloin kun yksi käyttäjä ottaa valaistuksen suunnitteluun tarkoitetun työsarjan käyttöönsä, näkevät muut käyttäjät kyseiseen työsarjaan kuuluvat objektit, mutta he eivät pysty muokkaamaan niitä. (5)

3.2 Tietomallin linkittäminen (Link Revit) ja seuranta (Monitoring)

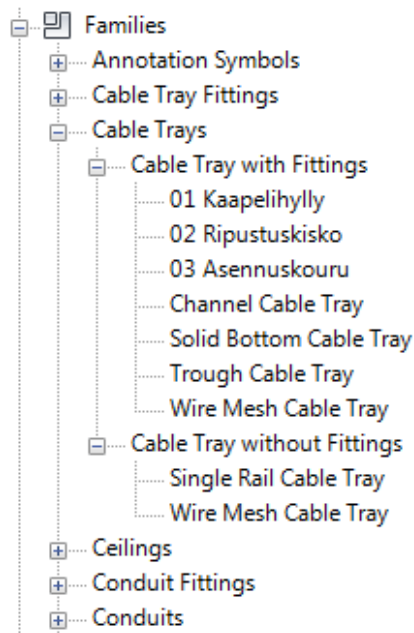
Revit-ohjelmisto antaa mahdollisuuden siihen, että kaikki rakennuksen toimialat voisivat tehdä suunnitelmat samaan projektiin. Käytännössä kuitenkin ainakin arkkitehtiprojekti ja talotekniikkaprojekti ovat erillisiä projekteja. Tällöin arkkitehtiprojekti linkitetään talotekniikkaprojektiin työskentelyn alkuvaiheessa. (5) Linkitetty tietomalli päivittyy sitä mukaa kuin arkkitehti tekee siihen muutoksia. Jos arkkitehti ei työskentele Revit-ohjelmistolla, voidaan arkkitehtipohjana käyttää myös IFC-muodossa tallennettua tietomallia tai joitain useista eri CAD-ohjelmistojen tiedostotyypeistä. CAD-tiedostotyytit, joita pystytään linkittämään Revit-ohjelmistoon, ovat DWG, DXF, DGN, ACIS SAT ja SketchUp. (4, s. 101.) Paras tilanne olisi kuitenkin se, että Revit-ympäristössä olisi ai-

noastaan Revit-projekteja (5). Opinnäytetyössä käytettiin arkkitehtipohjana Revit-ohjelmiston mukana tullutta valmista arkkitehti-demoprojektia.

Kun projektiin on linkitetty arkkitehdin tietomalli, voidaan siitä monitoroida sellaisia elementtejä, joihin tapahtuvat muutokset vaikuttavat oleellisesti eri suunnittelualojen yhteistoimintaan. Arkkitehtuuriset elementit, joita voidaan seurata, ovat kerrostasot, pilari-linjat, pilarit, seinät sekä lattiat. Nämä elementit ovat usein sähkökomponenttien isäntiä, joten suunnittelijan ollessa tietoinen muutoksista niihin mahdollistaa se paremman tasoisen yhteiskoordinoinnin projektissa. (4, s. 93.) Kun jollekin seuratuksi valitulle elementille tapahtuu muutos seuratussa tiedostossa, ilmoittaa Revit tästä käyttäjälle. Käyttäjällä on tämän jälkeen mahdollisuus lykätä ilmoitusta, hylätä muutokset, hyväksyä muutokset ryhtymättä toimenpiteisiin sekä muuttaa seurattu elementti linkitetyn Revit-mallin mukaiseksi. Kun valitaan viimeinen kohta, tekee Revit nämä muutokset automaattisesti. (4, s. 97–98.)

3.3 Perheet (Families)

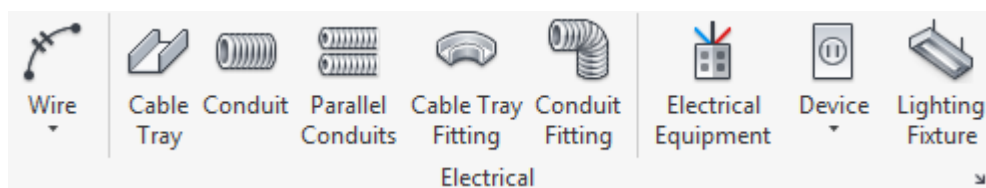
Kaikki Revit-ohjelmiston elementit ovat osa jotain perhettä. Perheet ovat kokoelmia samantyyppisiä asioita, ja ne jakautuvat järjestelmäperheisiin (System Families), ladattaviin perheisiin (Loadable Families) ja paikallaan oleviin perheisiin (In-place Families). Järjestelmäperheet on ennalta määritelty ohjelmistoon eikä niitä voida luoda tai poistaa. Niihin sisältyy perusrakennuselementtien, kuten seinien, lattioiden ja kattojen, mallikomponentteja sekä myös muita tärkeitä parametreja kuten suunnittelunäkymiä, projektidataa ja kerroskorjoja. Vaikka järjestelmäperheeseen kuuluvan elementin yleinen käyttäytyminen on määritelty valmiiksi järjestelmään, pystytään silti siihen liittyviä parametreja muuttamaan. Ladattavat perheet ovat perheitä, joita käyttäjä voi luoda, poistaa sekä muokata. Tämä muokkaus tapahtuu perhe-editorissa (Family Editor) ja muokattu perhe tallennetaan omaan RFA-tyyppiseen tiedostoon, josta sen voi ladata projektiin. Pääasiassa kaikki sähkökomponentit kuuluvat ladattaviin perheisiin. Paikallaan olevat perheet ovat pitkälti samantyyllisiä kuin ladattavat perheet, erona kuitenkin näillä on se, että paikallaan olevat perheet luodaan suoraan projektiin eikä erilliseen tiedostoon. Tämä tarkoittaa myös sitä, että paikallaan olevia perheitä ei voida viedä toiseen projektiin. (6) Kuvassa 4 on esitetty johtotieperheitä projektihakemistossa.



Kuva 4. Johtotieperheitä projektihakemistossa

3.4 Revit MEP

Revit MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) on Revit-ohjelmiston versio, joka sisältää talotekniseen suunnitteluun tarvittavat erikoistyökalut. Erona sähkösuunnitteluun AutoCAD-ohjelmistolla, jossa MagiCAD on lähestulkoon pakollinen sovellus, on se, että Revit MEP sisältää valmiiksi sähkösuunnittelun työkaluja. MagiCAD ei ole siten välttämätön, jos halutaan suunnitella sähköjärjestelmiä Revit-ohjelmistolla. Kuvassa 5 on esitetty Revit MEPissä käytössä olevat sähkötyökalut.

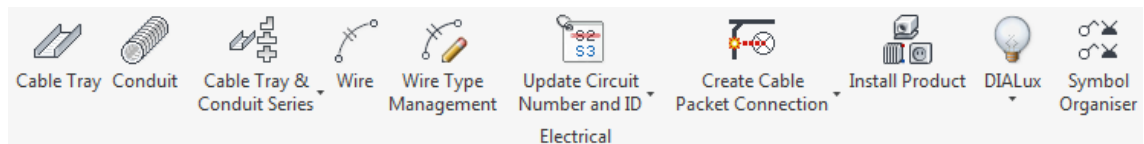


Kuva 5. Revit MEP -sähkötyökalut

3.5 MagiCAD for Revit

MagiCAD on suomalaisen MagiCAD Groupin luoma talotekniikan suunnittelun sovellus, jonka saa AutoCAD- ja Revit-ohjelmistojen päälle. Isoin hyöty MagiCAD for Revitissä

verrattuna Revit MEPiin ovat sen sisältämät tuotetietokannat. MagiCADissa on valmis, laaja symbolikirjasto, josta voidaan valita tuotteisiin halutut 2D- ja 3D-symbolit. Lisäksi MagiCADilla on mahdollisuus luoda omia piirustussymboleita. MagiCADissa on myös mahdollista ladata tuotteita oikeilla tuotetiedoilla online-tuotetietokannasta. Aina kun MagiCADin toiminnoilla lisätään tuote Revit-projektiin, MagiCAD luo tuotteesta automaattisesti perheen ja lisää sen perhehakemistoon. Tätä opinnäytetyötä tehdessä käytettiin MagiCADin sähkötyökaluja. Kuvassa 6 on esitetty MagiCAD Electrical -sovelluksen sähkötyökalut Revit-ohjelmistossa.



Kuva 6. MagiCAD Electrical -sähkötyökalut Revit-ohjelmistossa

4 Template (mallipohja)

Aloitettaessa uusi projekti Revit-ohjelmistolla valitaan ensimmäisenä *template* eli lähtötietoaineiston mallipohja projektiin. Mallipohja sisältää valmiita näkymiä, tulostuspappeja, asetuksia, määrittämiä sekä monia muita ominaisuuksia, jotka toistuvat useassa projektissa. Näin ollen niitä ei tarvitse tehdä uudestaan joka kerta, kun aloitetaan uusi projekti. Mallipohja on erittäin tärkeässä roolissa suunnittelun tehokkuuden ja laadun kannalta, sillä se auttaa karsimaan monia pakollisia toimenpiteitä, joita projektin aloitukseen kuuluisi. Hyvin rakennettu mallipohja antaa suunnittelijan keskittyä suunnitteluun ilman, että tämä joutuu käyttämään aikaa määrittämään ja hienosäätämään asetuksia tai standardeja aina, kun pitää suorittaa tehtävä, sillä ne on tehty jo valmiiksi. (4, s. 681)

Mallipohja antaa projektidokumenteille yhtenäisen ulkonäön projektista riippumatta, ja siihen kannattaa sisällyttää vain kaikkein oleellimmat asetukset, jotta se olisi mahdollisimman kevyt käyttää ja muokattavissa projektin tarpeiden mukaan. Koska template-tiedostot ovat muuttuvia tiedostoja, jotka tarvitsevat päivityksiä, tulisi niiden käsitteleminen jättää yhdelle tai useammalle osaavalle henkilölle, sillä muutoin tiedostoa voi olla vaikea hallinnoida. Kuitenkin ideoitamallipohjan kehityksestä voivat ja tulisi antaa kaikkien, jotka työskentelevät projektissa ja ymmärtävät ominaisuuksista ja niiden hyödyistä. (4, s. 681.)

Tämän opinnäytetyön päätarkoituksena oli luoda valmis mallipohja sähkösuunnittelua varten. Mallipohja toimisi hyvänä lähtöpisteenä tulevissa projekteissa ja ajan myötä se tulisi hioutumaan paremmaksi toteutuneiden projektien ja aikaisempien käyttökokemusten mukaan. Mallipohjan luonti aloitettiin valitsemalla alkuun Revit-ohjelmiston mukana tullut yleinen mallipohja (template), jota lähdettiin muokkaamaan halutun tyyliseksi. Tässä luvussa käyn läpi mallipohjan sisältöön liittyviä asioita sekä muita Revit-ohjelmiston yleisiä toimintoja.

4.1 Näkymät (Views)

Revit-projektiin voidaan luoda useita eri näkymiä kuten suunnittelunäkymiä, leikkausnäkymiä, julkisivunäkymiä kerroskorkeuksineen ja 3D-näkymiä, joista voidaan tarkastella mallia halutusta suunnasta. Rakennuksen tietomallissa jokainen 2D-näkymä, 3D-näkymä, tulostusikkuna, taulukko ja luettelo on saman informaation esitystapa. Tässä mielessä taulukoita ja luetteloita voidaankin ajatella erään tyylinä näkyminä, joista puuttuu vain itse fyysinen objekti. Jos rakennuksen malliin tehdään muutoksia yhdessä näkymässä, ilmenee se projektin kaikissa näkymissä. (7)

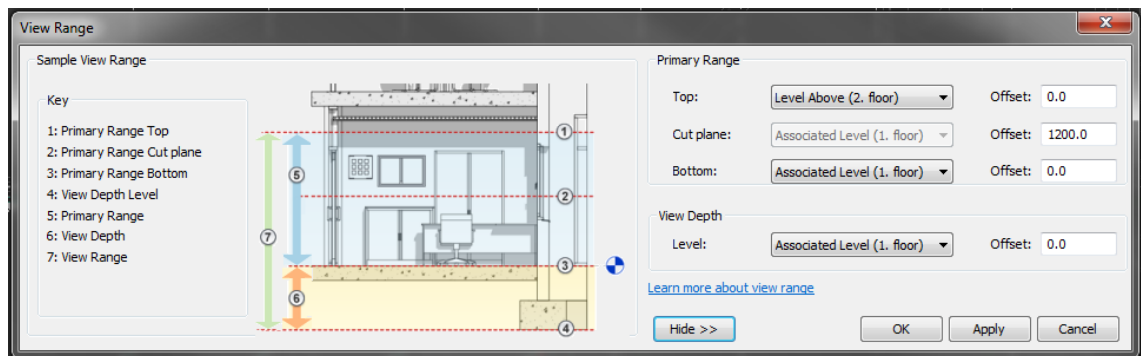
Mallipohjaan tulisi luoda vain sellaiset näkymät, joita käytetään lähes jokaisessa projektissa. Muuten joudutaan jokaisen projektin alussa siivoamaan mallipohjasta paljon turhaa tavaraa (4, s. 683).

4.1.1 Aloitusnäky (Starting View)

Kun avataan projektitiedosto Revit-ohjelmistolla, oletusasetuksena Revit avaa sen näkymän, joka oli aktiivisena, kun ohjelmisto edellisen kerran suljettiin. Jos tämä näky on ollut raskas 3D-näky, voi ohjelmiston avautuminen kestää pitkään. Revit-ohjelmistolla on mahdollista tehdä aloitusnäky, joka avautuu ensimmäisenä aina, kun projektin avaa. Tekemällä tämä näky mahdollisimman yksinkertaiseksi voidaan vähentää tiedoston avaamiseen kuluva aikaa. Aloitusnäkyyn voidaan esimerkiksi sisällyttää projektin yleistietoja ja huomioita, tai sen voi jättää tyhjäksi. (8)

4.1.2 Suunnittelunäkymät (Plan Views)

Kaksiulotteiset tasonäkymät, joissa suunnittelu Revit-ohjelmistolla pääosin tapahtuu, ovat lattianäkymiä (Floor Plan View). Revit luo nämä suunnittelunäkymät automaattisesti, kun projektiin lisätään kerrostasoja (9). Ohjelmistoon ei tuoda erillisiä kaksiulotteisia pohjapiirustuksia näitä varten, vaan se luo näkymät ”leikkaamalla” 3D-mallista palan. Näkymäalue (View Range) määrittää nämä näkymän rajat. Primäärialueella (Primary Range) määritetään korko, josta mallia katsotaan alaspäin (Top), näkymän syvyys (Bottom), sekä leikkaustaso (Cut Plane), joka leikkaa arkkitehtuurisia ja rakenteellisia elementtejä. Lattianäkymissä elementit, jotka jäävät leikkaustason yläpuolelle, eivät näy näkymässä. Näkymäsyvyydellä (View Depth) voidaan laajentaa näkymän aluetta ylä- tai alapuolelta. (4, s. 686.) Kuvassa 7 on esitetty näkymäalue (View Range) -valikko, jossa määritetään kerroksen näkymäalue.



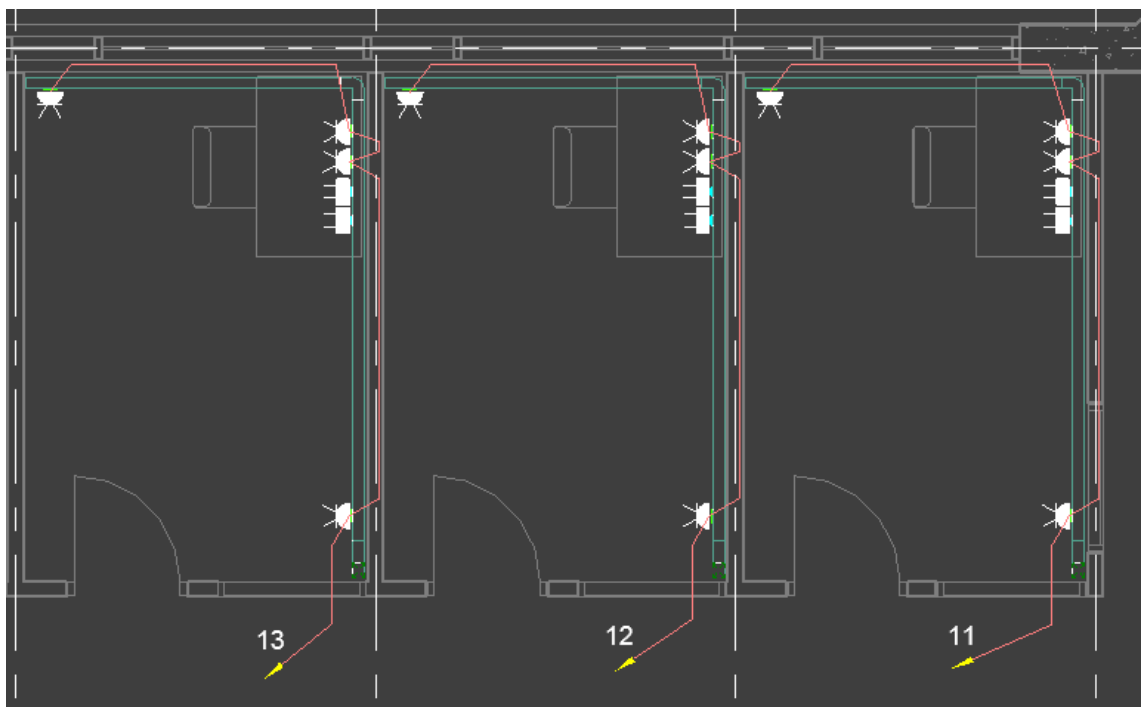
Kuva 7. 1. kerroksen näkymäalue (View Range)

Toinen suunnittelunäkymätyyli on alakattonäkymä (Reflected Ceiling Plan View). Alakattonäkymän näkymäalue toimii siten, että se näyttää kaikki elementit leikkaustasosta ylöspäin (4, s. 686). Alakattonäkymässä voidaan esimerkiksi suunnitella kaikki katossa olevat objektit, sillä siinä näkyy arkkitehdin luoma kattoruudukko, johon on helppo läheteä sijoittamaan kattoon tulevia valaisimia, palohälyttimiä, ja muita vastaavia objekteja. Kuvassa 8 on esitetty 1. kerrokselle luodut järjestelmäkohtaiset suunnittelunäkymät.



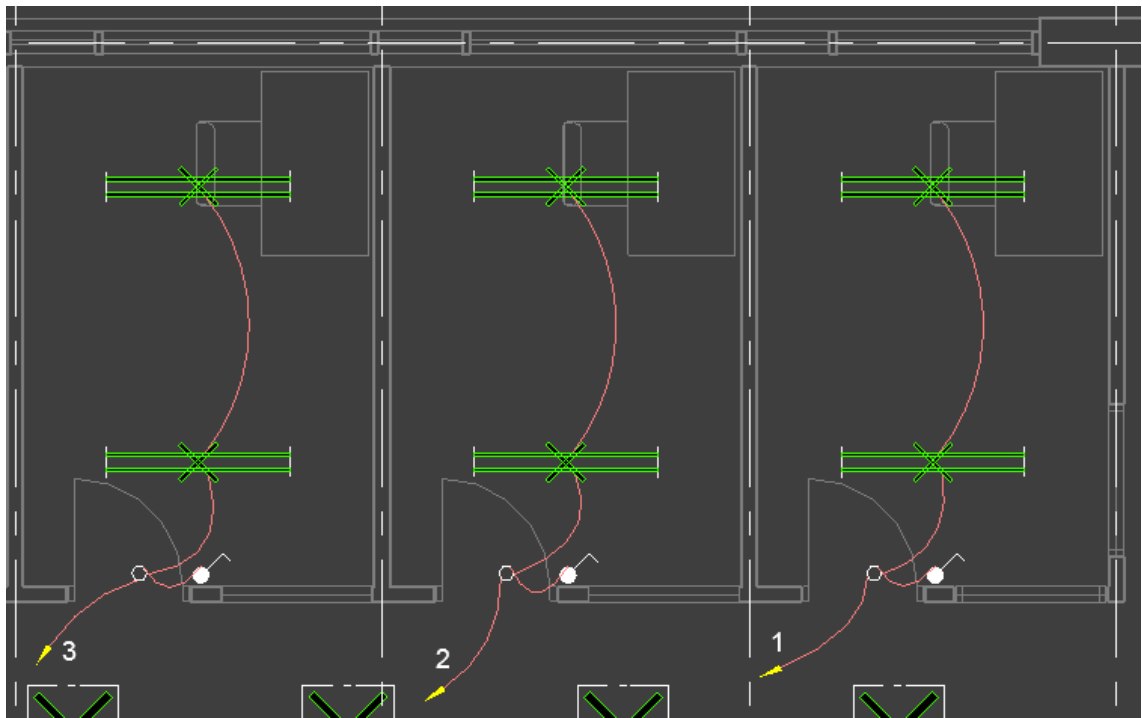
Kuva 8. 1. kerroksen suunnittelunäkymät

Suunnittelunäkymiä luotiin hyllyille, sähkö- ja datapisteille, valaistukselle, turvavalais-
tukselle sekä palojärjestelmälle jokaiselle omansa. Kuvassa 9 on havainnollistettu säh-
kö- ja datapistenäkymän asennuksia.



Kuva 9. Kuvakaappaus sähkö- ja datapisteiden suunnittelunäkymästä

Kuvassa 10 on havainnollistettu valaistusnäkökuvan asennuksia.



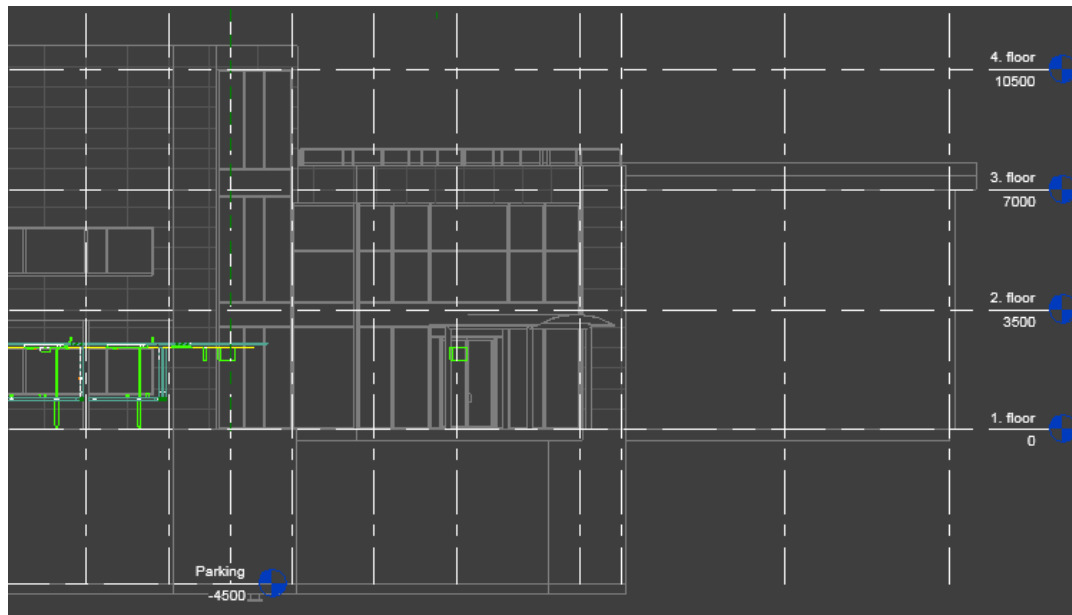
Kuva 10. Kuvakaappaus valaistuksen suunnittelunäkymästä

4.1.3 3D-näkymät (3D Views)

3D-näkymässä pystytään tarkastelemaan ja suunnittelemaan mallia kolmiulotteisena objektina. Ohjelmistossa on useita visuaalisia tyylejä rakennuksen ulkonäön esitykseen 3D-näkymässä. Eri järjestelmille voidaan tehdä omia 3D-näkymiä, ja niissä voidaan piilottaa haluttuja elementtejä näkyvistä. Yksittäisistä tiloista sekä alueista voidaan myös tehdä tilapäisiä 3D-näkymiä. Mallipohjaan sisällytettiin yksi 3D-näkymä, jossa näkyy koko rakennus.

4.1.4 Korkonäkymät (Elevation Views)

Korkonäkymät ovat näkymiä rakennuksen sivuprofiilista, jotka sisältävät tiedon ja visuaalisen esityksen rakennuksen kerrostasojen koroista. Mallipohjaan luotiin neljä korkonäkymää, yksi jokaisesta ilmansuunnasta. Kerrostasojen seuranta tapahtuu näissä näkymissä. Mallipohjaan tulisi jättää ainakin yksi korkomääritys, sillä näkymien ja näkymämallipohjien luominen vaatii sitä. (4, s. 683.) Kuvassa 11 on esitetty kerrostasojen korkomääritykset korkonäkymässä.



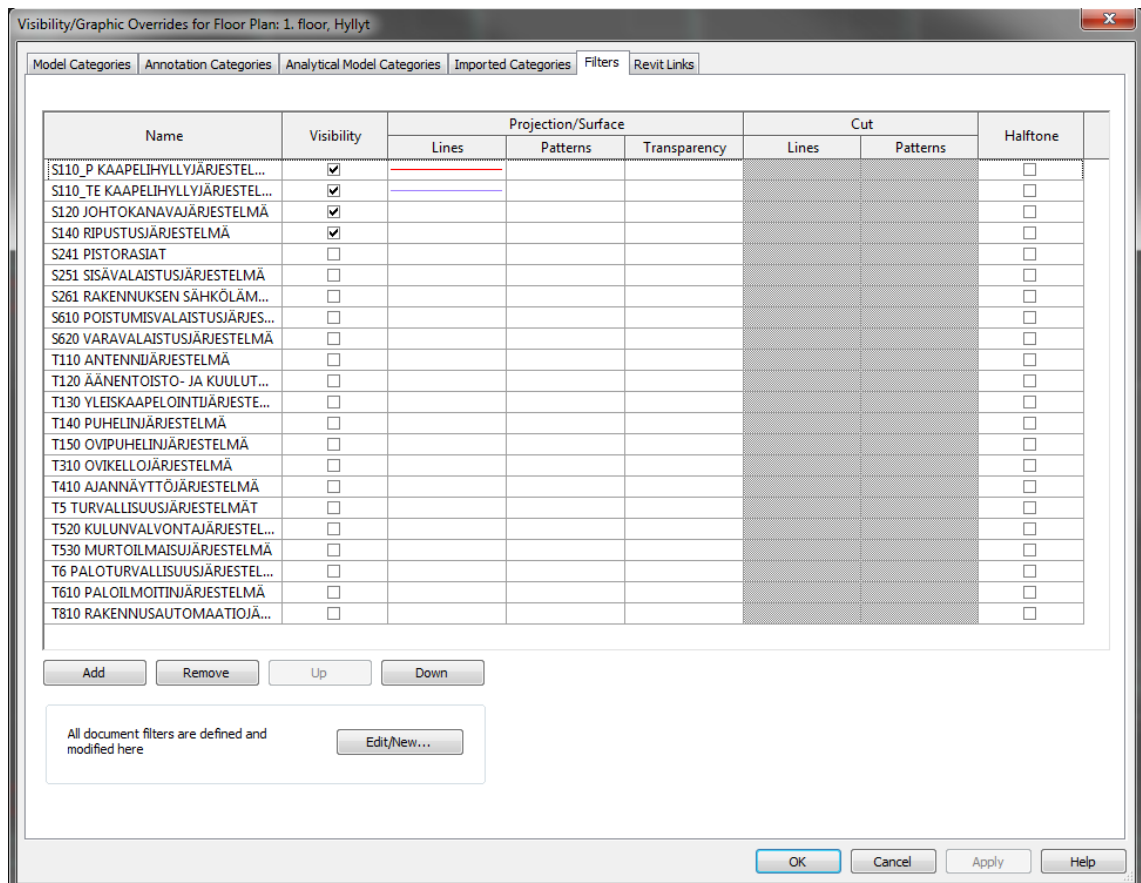
Kuva 11. Kerrostasojen korkomääritykset korkonäkymässä

4.1.5 Näkymäsuodattimet (View Filters)

Näkymäsuodattimet mahdollistavat projektissa sen, että voidaan esimerkiksi erottaa valaistusjärjestelmät ja turvalaistusjärjestelmät toisistaan omiin näkymiinsä. Vaikka molemmat järjestelmät sisältävät samantyyliisiä elementtejä, pystytään näiden näkyyttä ja ulkonäköä kontrolloimaan näkymissä suodattimien avulla (4, s. 35). Järjestelmät ovat kuitenkin edelleen samassa mallissa. Ne on vain sammutettu niissä näkymissä, joissa niiden ei haluta näkyvän.

Visibility/Graphics Overrides -valikosta, jossa suodattimet tehdään, voidaan myös muuttaa objektien värejä ja viivapaksuuksia sekä asettaa niitä haalean sävyisiksi. Johdoteiden, lattiakanavien ja jakelukiskojen värit asetettiin yleisten tietomallivaatimusten mukaisiksi. Muiden sähkösuunnitteluun liittyvien symboleiden väreistä ei ole yleisissä tietomallivaatimuksissa erillistä vaatimusta, joten ne tehtiin samoilla väreillä, joihin on käytetty aikaisemmin, kun suunnittelu on tehty MagiCAD for AutoCADilla.

Mallipohjaan luotiin suodattimia yleisimmille sähkösuunnittelussa käytetyille järjestelmille. Suodattimet rakennettiin siten, että ne perustuvat sähkönimikkeistön mukaisiin järjestelmäkoodeihin. Kuvassa 12 on esitetty hyllyjärjestelmien suunnittelunäkymän suodattimet.



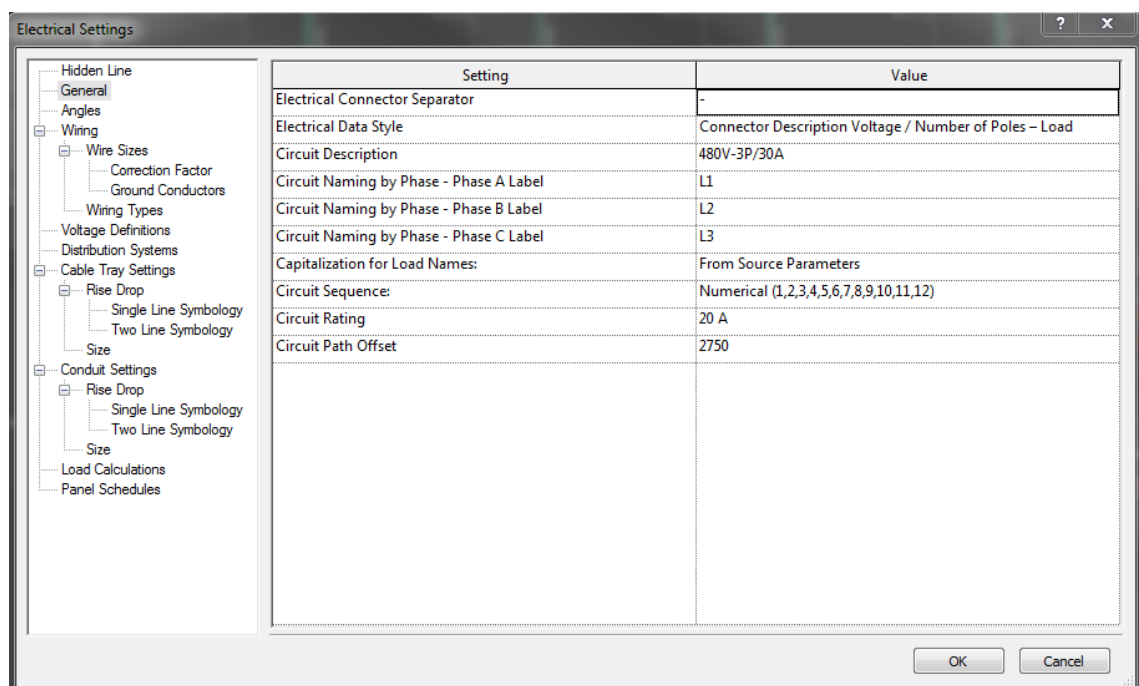
Kuva 12. Hyllynäkymän suodattimet

4.1.6 Näkymämallipohjat (View Templates)

Sen jälkeen, kun on luotu halutut näkymäsuodattimet tiettyyn näkymään, voidaan tämä näkymä tallentaa näkymämallipohjana. Tämän jälkeen näkymämallipohja voidaan ottaa käyttöön niin monessa näkymässä kuin halutaan. (4, s. 35) Tällä tavoin voidaan helposti ottaa käyttöön esimerkiksi valaistusta varten luotu näkymämallipohja rakennuksen jokaisessa kerroksessa. Näkymämallipohjat vaativat sen, että ne on tehty näkymiin päälle, joten mallipohjaan tulisi aina jättää niin monta näkymää kuin on halutun tyyliä näkymämallipohjia (4, s. 683). Tässä työssä mallipohjaan tehtiin yhdestä kerroksesta omat näkymät hyllyille, sähkö- ja datapisteille, valaistukselle, turvavalaisukselle sekä palojärjestelmälle. Näihin näkymiin luotiin sellaiset näkymämallipohjat, että vain asiaankuuluvat järjestelmät näkyvät näkymissä.

4.2 Sähköasetukset (Electrical Settings)

Sähköasetukset-valikossa määritellään useita projektiin oleellisesti liittyviä asetuksia. Näihin asetuksiin sisältyy muun muassa objektien kuten johdinmerkintöjen ja ryhmänimien graafinen esitystyyli, laskentaan liittyviä kaapeliasetuksia, jännitteiden määrittäminen ja jakelujärjestelmien käyttäytyminen, kaapelihyllyjen ja -kanavien esitystyylit sekä koot. (4, s. 723) Jotkin asetukset kuten kaapeleiden johdinmerkintöjen näkyvyys voidaan määrittää myöhemmässä suunnitteluvaiheessa, mutta jännitteet ja jakelujärjestelmät tulisi laittaa kuntoon ennen sähkösuunnittelun aloitusta, jotta keskukset ja ryhmitykset saadaan toimimaan. Kuvassa 13 on esitetty sähköasetukset (Electrical Settings) -valikon yleinen (General) -välilehti.



Kuva 13. Electrical Settings -valikko

4.3 Luettelot (Schedules)

Revit-ohjelmistolla pystytään luomaan luetteloita projektin elementtien sisältämästä datasta. Luetteloita voidaan tehdä projektin jokaisessa vaiheessa, ja ne ovat koko ajan suoraan yhteydessä elementteihin. Näin ollen kaikki muutokset, jotka tehdään luetteloon, päivittyvät automaattisesti mallikuviin ja päinvastoin. Siten monien objektien ominaisuuksia voidaan muuttaa nopeasti luettelosta ilman tarvetta etsiä objekteja mallista.

Luetteloita voidaankin ajatella eräänlaisina näkyminä. Ne vain eivät sisällä fyysisiä elementtejä. (4, s. 173.) Luetteloiden avulla voidaan pitää tarkkaa kirjanpitoa projektissa käytetyistä objekteista.

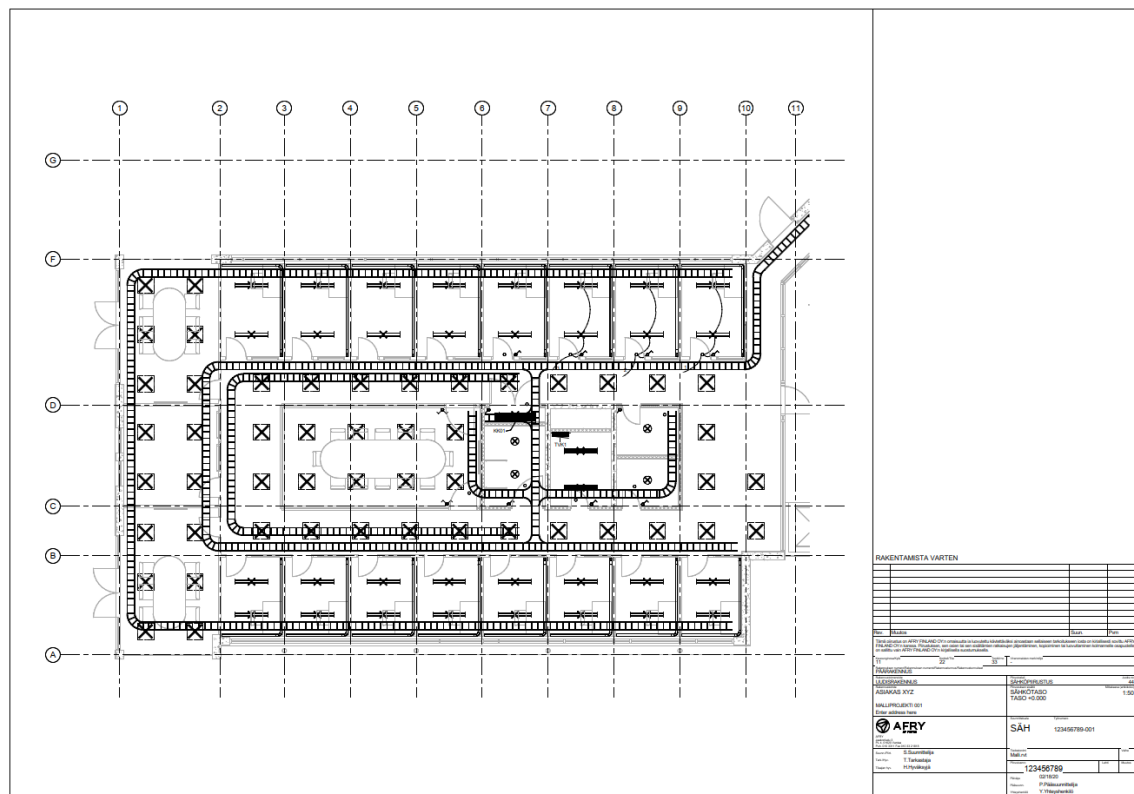
Sähkösuunnittelun kannalta oleellisia luetteloita ovat ainakin piirustusluettelo, valaisinluettelo, kaapeliluettelo ja materiaaliluettelo. Ohjelmistolla on myös mahdollista tehdä keskuskäärioita. Vaikka Revitin luetteloihin pystytään kokoamaan laajasti ja yksinkertaisesti tietoa, on niiden visuaalinen muokkaus silti verrattain hankalaa. Luetteloista pystytään kätevästi viemään data esimerkiksi excel-tiedostoon. Mallipohjaan luotiin tilaluettelo, piirustusluettelo sekä valaisinluettelo. Kuvassa 14 on esitetty valaisinluettelo, joka luotiin Revit-ohjelmistolla.

<VALAISINLUETTELO>								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Pos	Valaisin	Tyyppi	Teho	Kiinnitystapa	Varustus	Käyttö	IP	Lkm. (kpl)
02	Generic	SURFACE-SQUARE-	124 W				IP20	3
04	Generic	SURFACE-CIRCLE-D	20 W				IP20	4
07	Generic	EXIT-HERE-CEILING	16 W				IP44	5
09	Generic	EXIT-LEFT-CEILING	16 W				IP44	1
10	Generic	RECESSED-SQUARE-	110 W				IP20	32
12	Generic	Recessed mounted lu	55 W				IP20	50

Kuva 14. Revit-ohjelmistolla luotu valaisinluettelo

4.4 Tulostuspaperit (Sheets)

Revit-tulostuspapereiden avulla pystytään organisoimaan mallikuvat, luettelot, legendat ja detaljikuvat tulostusvalmiiksi dokumenteiksi (4, s. 635). Valmis tulostuspaperi pitää sisällään tulostuspohjan sekä näkymän, joka halutaan tulostaa. Näkymiä voidaan halutessa myös tuoda useampia yhteen tulostuspaperiin. Kuvassa 15 on esitetty tulostuspaperi, johon on tuotu hyllynäkymä sekä valaistusnäkyvä.



Kuva 15. Tulostuspaperi, johon on tuotu hyllynäkymä sekä valaistusnäkyä

4.4.1 Tulostuspohja (Titleblock)

Tulostuspohja on objekti, joka määrittää tulostettavan paperin rajat (4, s. 635). Siihen on myös mahdollista sisällyttää nimiö sekä revisiotaulukko. Tulostuspohjia pystytään tekemään käyttämällä aikaisempia CAD-tulostuspohjia pohjana. Mallipohjaa varten en kuitenkaan käyttänyt aikaisempaa tulostuspohjaa pohjana vaan tein tulostuspohjan alusta asti. Tulostuspohjia luotiin muutamille yleisimmin käytetyille arkkikooille. Nimiö ja revisiotaulukko luotiin aikaisemmissa projekteissa käytettyjen mukaisiksi. Nämä voivat kuitenkin muuttua projektikohtaisesti asiakkaan toiveen mukaan. Kuvassa 16 on esitetty tulostuspohjaan luotu nimiö ja revisiotaulukko.

RAKENTAMISTA VARTEN			
Rev.	Muutos	Suun.	Pvm
Tämä piirustus on AFRY FINLAND OY:n omaisuutta ja luovutettu käytettäväksi ainoastaan sellaiseen tarkoitukseen josta on kirjallisesti sovittu AFRY FINLAND OY:n kanssa. Piirustuksen, sen osien tai sen sisältämien ratkaisujen jäljentäminen, kopiointi tai luovuttaminen kolmannelle osapuolelle on sallittu vain AFRY FINLAND OY:n kirjallisella suostumuksella.			
Kaupunginosa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/nro	Viranomaisen merkintä
11	22	33	-
Rakennuksen numero/Rakennuksen numero/Rakennustunnus/Rakennustunnukset			
PÄÄRAKENNUS			
Rakennusluomenpide	Piirustusala	Juoks.no	
UUDISRAKENNUS	SÄHKÖPIIRUSTUS	44	
Rakennuskohde	Piirustuksen sisältö	Mittakaava (arkkikoko)	
ASIAKAS XYZ	SÄHKÖTASO TASO +0.000	1:50	
MALLIPROJEKTI 001 Enter address here			
Suunnitteluala		Työnumero	
SÄH		123456789-001	
Suunn./Piirt.		Tiedostonimi	Vaihe
S. Suunnittelija		Malli.rvt	
Tark./Hyv.		Piirustusnro	Lehti
Tilaajan hyv.		123456789	Muutos
H. Hyväksyjä		Päiväys	02/18/20
		Pääsuunn.	P. Pääsuunnittelija
		Yhteyshenkilö	Y. Yhteyshenkilö

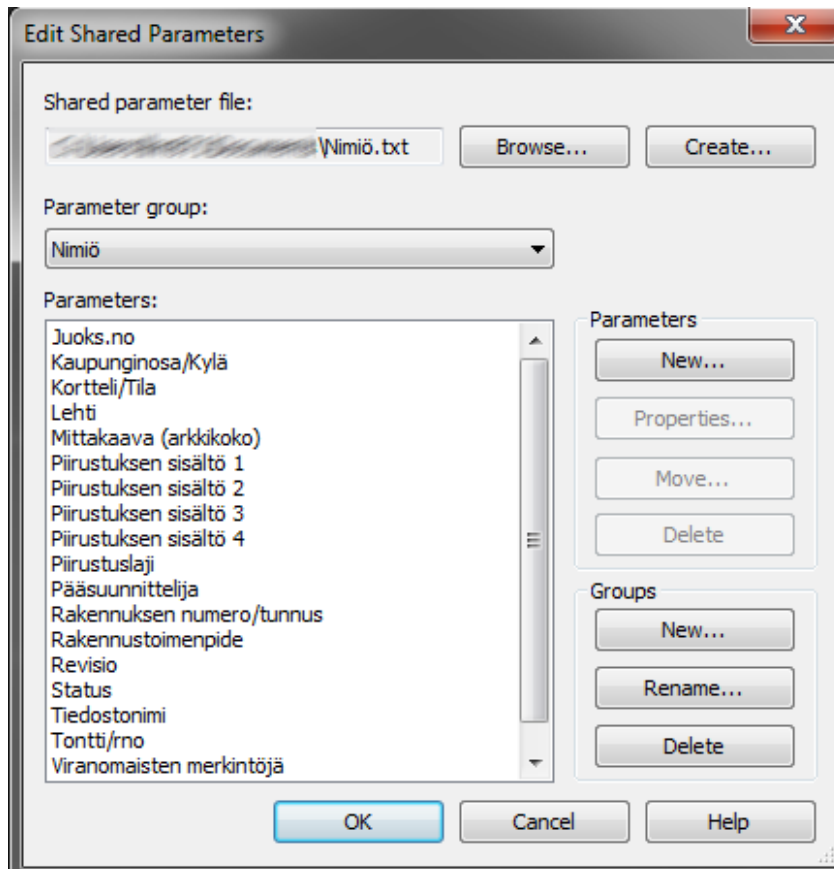
Kuva 16. Tulostuspohjaan luotu nimiö ja revisiotaulukko

4.5 Parametrit (Parameters)

Revit-ohjelmiston keskeisimmässä osassa ovat parametrit, jotka tekevät siitä tehokkaan suunnittelu- ja mallintamistyökalun. Parametrit pitävät sisällään kaiken laskennallisen datan, joka määrittää ominaisuudet, joista koko Revit-projekti rakentuu. Ne ovat kaikkien Revit-projektin sisältämien elementtien ominaisuudet, jotka määrittävät käyttäytymisen, ulkonäön, toiminnan ja informaation. Revit-ohjelmistossa olevat perusparametrit jakautuvat neljään eri parametryyppiin: systeemiparametrit (System Parameters), perheparametrit (Family Parameters), jaetut parametrit (Shared Parameters) ja projektiparametrit (Project Parameters). (4, s. 137.)

Systeemiparametrit ovat kovakoodattuja ohjelmistoon. Näiden parametrien arvoja pystytään muuttamaan, mutta itse parametreja ei voida muokata eikä poistaa. (4, s. 154.) Perheparametreilla rakennetaan ja määritellään komponenttiperheiden havainnollisia rakenteita ja suunnitteludataa (4, s. 137). Jaetut parametrit auttavat ylläpitämään yhte-

näisyyden Revit-perheiden välillä sekä koordinoimaan projektin sisältämää informaatiota. Ne ovat hyödyllisimpiä parametreja niiden monikäyttöisyyden vuoksi. Perheparametreja ja jaettuja parametreja pystytään käyttämään samantyyppisesti. Erona näillä on kuitenkin se, että perheparametreja ei voida käyttää luetteloissa eikä nimiteksteissä. Projektiparametrit ovat olemassa ainoastaan projektiympäristössä. Niiden etuna on se, että niitä voidaan lisätä kaikkiin kategorioiden alle kuuluviin perheisiin samanaikaisesti ilman että joudutaan tekemään se yksi kerrallaan. (4, s. 138.) Kuvassa 17 on esitetty jaettujen parametrien valikko, jossa näkyy nimiön täyttöä varten luotuja parametreja.



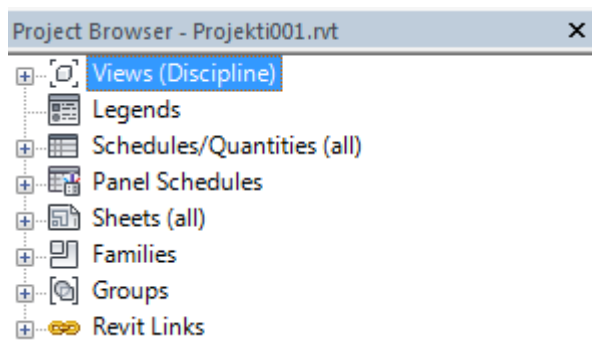
Kuva 17. Nimiön täyttöä varten luotuja parametreja

4.6 Projektihakemisto (Project Browser)

Projektihakemisto esittää projektin näkymät, luettelot, perheet ja muut projektikohtaiset osiot loogisessa hierarkiassa (10). Hyvin suunnitellun projektihakemistorakenteen avulla on helppo suunnistaa projektin eri osioiden välillä, ja siitä löytää halutut näkymät nopeasti. Projektien organisointi projektihakemiston avulla on erittäin tärkeää työskentelyn tehokkuuden kannalta, sillä kun projektihakemiston rakenne pidetään yhtenäisenä

projektien välillä, se helpottaa suunnittelijan työtä huomattavasti. Projektihakemistoa voidaan muokata laajasti ja ryhmittelyä voidaan muuttaa omien tarpeiden mukaiseksi. (4, s. 725.)

Mallipohjaa varten projektihakemisto jätettiin pääasiassa samanlaiseksi kuin se oli käytetyssä alkuperäisessä mallipohjassa. Hakemisto sisältää omat isommat kansionsa näkymille, legendoille, taulukoille, keskuskaavioille, tulostuspapereille, sekä perheille. Kuvassa 18 on esitetty projektihakemiston yleisnäkymä.



Kuva 18. Projektihakemiston yleisnäkymä

4.7 Dataset

Dataset-tiedosto on Revit-projektitiedostoon liitettävä tiedosto, joka sisältää MagiCADiin liittyvät järjestelmät ja tuotekirjastot. Tuotteita pystytään luomaan tuotekirjastoon manuaalisesti tai niitä voidaan etsiä MagiCAD-liitännäisen laajasta online-tuotetietokannasta, joka sisältää valmistajien todellisia tuotteita vastaavia tuotteita. Dataset-tiedostoa voitaisiin verrata MagiCAD for AutoCAD:n mep-projektitiedostoon. Ero näillä tiedostoilla on kuitenkin se, että dataset-tiedosto on vain suunnittelua tukeva tiedosto, kun taas mep-projektitiedosto sisältää lähes kaiken projektille oleellisen tiedon.

Tiedostoa lähdettiin rakentamaan Revitin mukana tulleen yleisen tiedoston päälle lisäämällä S2010-sähkönimikkeistön mukaiset sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät sekä luomalla valmiiksi yleisimmin käytettyjä tuotteita kuten pistorasioita ja kytkimiä, jotka pysyvät usein samana projektista riippumatta. Kuvassa 19 on esitetty dataset-tiedostoon luotuja sähköjärjestelmiä.

System code	System name	System classification	In use	IFC color
S1	ASENNUS- JA APUJÄRJESTELMÄT	Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	■
S110	KAAPELIHYLLYJÄRJESTELMÄ	Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	■
S1101	Kaapelihyllyt, kaapelitikkaat	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1102	Kulma-, kaari-, risteys-yms. osat (hyllyt, ti	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1103	Asennus-, kiinnitys- ja kannatusosat (hylly	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1104	Verhoilu- ja suojausosat (hyllyt, tikkaat)	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S110_P	KAAPELIHYLLYJÄRJESTELMÄ PALO	Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	■
S110_TE	KAAPELIHYLLYJÄRJESTELMÄ TELE	Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	■
S120	JOHTOKANAVAJÄRJESTELMÄ	Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	■
S1201	Johtokanavat kansineen	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1202	Pääty-, kulma-, kaari-, risteys- jatkos- y	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1203	Asennus-, kiinnitys- ja kannatusosat (joh	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S130	LATTIAKANAVAJÄRJESTELMÄ JA LA	Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	■
S1301	Lattiaputkukset	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1302	Lattiakanavat	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1303	Lattiakotelot	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S140	RIPUSTUSJÄRJESTELMÄ	Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	■
S1401	Ripustuskesköt, ripustusputket jne.	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1402	Kulma-, kaari-, risteys-yms. osat (ripustu	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1403	Asennus-, kiinnitys- ja kannatusosat (rip	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1404	Laitteasennusosalustat (ripustusjärjestelmät	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S1405	Laitteiden ripustimet (ripustusjärjestelmät	Electrical	<input type="checkbox"/>	■
S150	LAPIVIENIT	Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	■

Kuva 19. Sähköjärjestelmät Dataset-tiedostossa

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua Revit-ohjelmistoon ja sen käyttöön sähkösuunnittelussa. Tavoitteena oli myös luoda mallipohja (template) eli lähtötietoaineisto työskentelyä varten. Mallipohjaa lähdettiin muokkaamaan Revitin mukana tulleen yleisen mallipohjan päälle.

Opinnäytetyössä saatiin aikaiseksi piirustusmallipohja, jota voidaan käyttää, jos päättään siirtyä käyttämään Revit-ohjelmistoa. Aikaansaatu template-tiedosto tulisi ajan myötä kehittämään ja hioutumaan paremmaksi. Projektin ohessa tehtiin myös karkea ohje siitä, kuinka template-tiedostoa voi lähteä rakentamaan Revitin mukana tulleen yleisen template-mallipohjan avulla. Tämä ohje sisältää myös muita ohjeita yleisesti Revitin toiminnasta ja sen käytöstä sähkösuunnittelussa.

Revit eroaa ohjelmistona paljon verrattuna aikaisemmin sähkösuunnittelussa käytettyyn MagiCAD for AutoCADiin, ja jos ohjelmisto halutaan ottaa käyttöön, se vaatii huomattavasti koulutusta. Sähkösuunnitelmien piirtäminen ei eroa ohjelmistojen välillä erityisen paljoa, vaan isoimmat erot ovat ohjelmistojen suunnitteluympäristöissä sekä niiden yleisissä toiminnoissa. AutoCAD-ohjelmiston hyvänä puolena on sen piirustus-toimintojen laajuus ja muokattavuus, joiden avulla saadaan helposti haluttu ulkonäkö

piirustuksille. Revit-ohjelmiston etuna taas on se, että yhden mallin parissa työskentely vähentäisi mahdollisia virheitä dokumenttien välillä. Revit-ohjelmiston käyttöönotto parantaisi myös projektien tehokkuutta AFRY:llä, kun kaikki suunnittelualat työskentelisivät samalla ohjelmistolla.

Lähteet

- 1 Tietomallinnus. Verkkoaineisto. RIL. <<http://ril.easypage.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>> Luettu 6.2.2020.
- 2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 1. Yleinen osuus. 2012. RT 10-11066. Helsinki: Rakennustieto.
- 3 Yleiset tietomallivaatimukset 2012, Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. RT 10-11066. Rakennustieto Oy.
- 4 Whitbread, Simon. 2016. Mastering Autodesk Revit MEP 2016.
- 5 MagiCAD for Revit MEP. Koulutusmateriaali. MagiCAD for Revit MEP.
- 6 Aubin, Paul. Revit Families: A Step-By-Step Introduction. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://www.autodesk.com/autodesk-university/article/Revit-Families-Step-Step-Introduction-2018>> Luettu 7.2.2020.
- 7 Project Views. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-8B1294DC-617E-48F9-AC18-A998F43384C9-htm.html>> Luettu 11.2.2020.
- 8 Specify the Starting View for a Model. 2018. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-GetStarted/files/GUID-622E667E-FB0B-47E1-8F66-E237A70771BD-htm.html>> Luettu 12.2.2020.
- 9 About Plan Views. 2019. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ENU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-D14C26D1-0BE6-41E4-A4CC-870459A0819B-htm.html>> Luettu 11.2.2020.
- 10 Project Browser. 2018. Verkkoaineisto. Autodesk. <<https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Revit-GetStarted/files/GUID-C8D3E5A6-02A5-43A9-AFFC-D49DD27398B1-htm.html>> Luettu 14.2.2020