

Jouni Reikko

Tietomallisisällön kehittäminen ja automatisointi sähkösuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

18.4.2016

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Reikko Jouni Tietomallisisällön kehittäminen ja automatisointi sähkösuunnittelussa 40 sivua + 1 liite 18.4.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	yliopettaja Juhani Eskelinen suunnittelujohtaja Kari Kavonius
<p>Työssä selvitetään tietomallisisällön kehittämistä ja automatisointia sähkösuunnittelun näkökulmasta. Tätä tavoitetta tarkastellaan Autodesk Revit MEP 2015 ja Progran Oy:n MagiCAD Electrical 2015.4 sovellusten tarjoaman uuden käyttöympäristön puitteissa sekä verrataan näitä toiminnallisuuksia yrityksen nykyisin käytössä olevaan MagiCAD Electrical for AutoCAD 2014.4 -ohjelmistoon.</p> <p>Pohjustuksena työssä on ensin avattu hieman nykyisiä yleisiä tietomallivaatimuksia (YTV 2012), jotta pystytään esittämään nykyisen tietomallintamisen perustaso ja miten selvityksen kohteena oleva ohjelmisto näihin vaatimuksiin vastaa.</p> <p>Ohjelmiston ominaisuuksia ja käyttöä tarkastellaan ensin yleisluontoisesti, josta siirrytään käyttöönoton tuottamien haasteiden kautta ohjelmiston käyttöön liittyviin huomioihin. Yleisluontoisessa osiossa esitetään olennaisimmat asiat ohjelmiston rakenteen ymmärtämiseksi. Tämän jälkeen perehdytään ohjelmiston käyttöönoton kannalta olennaisiin ominaisuuksiin, toimenpiteisiin sekä rajoituksiin. Käyttöönottoa on tutkittu ainoastaan siirtymänä AutoCAD-ohjelmistosta Revit MEP -ympäristöön. Lopuksi käsitellään ohjelmiston käyttökokemuksia ja käytön tuottamia mahdollisuuksia sekä merkittävimpiä rajoitteita.</p> <p>Työn lopullinen tarkoitus oli selvittää, mitä uuden suunnitteluohjelmiston käyttöönotto yrityksen kannalta tarkoittaisi ja onko uuteen suunnitteluohjelmistoon siirtyminen ylipäänsä kannattavaa. Voidaan todeta, ettei ohjelmiston nykyinen versio vielä tarjoa merkittävää etua suunnittelutoimiston nykyisin käytössä olevaan ohjelmistoon verrattuna.</p>	
Avainsanat	sähkösuunnittelu, tietomalli, Revit MEP, MagiCAD Electrical

Author Title Number of Pages Date	Jouni Reikko Development Of Data Content And Automation In Electrical Designing 40 pages + 1 appendix 18 April 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Building Services
Instructors	Juhani Eskelinen, Principal Lecturer Kari Kavonius, Senior Vice President
<p>The aim of the final year project was to clarify the current possibilities and limitations of Revit environment concerning the automation of routine tasks and increasing the amount and quality of the data content. This was done by observing Revit in test environments and comparing it to AutoCAD based design. Some Revit documents were made during the process to test the automated tasks and compatibility with company standards. This study concentrated on the comparison of MagiCAD Electrical for AutoCAD MEP 2014.4 and MagiCAD Electrical for Revit MEP 2015.4 in electrical building services designing. The need for this thesis rose from the ever increasing demand in data content implemented to building information models (BIM) in electrical building services engineering.</p> <p>The result of the project was a comparison of the two designing programs and some insight on Revit based designing. This study also provided some basic information when implementing MagiCAD Electrical for Revit to company standards.</p> <p>As a conclusion it seems that MagiCAD Electrical for Revit version 2015.4 does not provide enough usability yet to compete with MagiCAD Electrical for AutoCAD version 2014.4. This is partly caused by the program's internal limitations and partly by external factors.</p>	
Keywords	electrical building services, BIM, Revit MEP, MagiCAD Electrical

Sisällys

Termit ja lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Optiplan Oy	1
3	Tietomallinnus yleisesti	2
3.1	Mallitekniset vaatimukset	2
3.2	Tietomallien hyödyntäminen	3
3.2.1	Ehdotussuunnittelu	3
3.2.2	Yleissuunnittelu	4
3.2.3	Toteutussuunnittelu	4
3.2.4	Toteutusvaihe	4
3.2.5	Vastaanotto	5
3.3	Talotekniikan tietomallivaatimukset	5
3.3.1	Sähkösuunnittelun järjestelmämallit	5
3.3.2	Yhdistelmämalli	6
3.3.3	Reikävaraukset	6
3.3.4	Määräluettelot	7
3.3.5	Toteumamalli	7
4	Esimerkkiyrityksen tietomallinnuksen nykytila ja kehitystarve	7
5	MagiCAD Electrical for Revit MEP	8
5.1	Yleistä	8
5.2	Projektin sisäiset tiedostomuodot	9
5.2.1	3D-näkymä (3D View)	9
5.2.2	Leikkausnäkö (Section)	10
5.2.3	Yksityiskohtanaikymä (Callout)	11
5.2.4	Suunnittelunäkymä (Plan View)	12
5.2.5	Korkonäkymä (Elevation View)	12
5.2.6	Luonnosnäkö (Drafting View)	13
5.2.7	Kopionäkymä (Duplicate view)	13
5.2.8	Selostenäkymä (Legends)	14
5.2.9	Taulukot (Schedules)	14
5.2.10	Tulostusnäkö (Sheet)	15
6	Ohjelmiston käyttöönotto	15

6.1	Käyttäjakohtaisen pohjatiedoston luonti (Project Template)	15
6.2	Kynäasetukset, ulkoasu sekä käytettävyys	16
6.3	AutoCAD-pohjaisten tietojen tuonti	20
6.4	Template-tiedostot	21
6.5	Parametrit	21
6.6	Tiedostorakenne	26
6.6.1	Projektitiedostoon sisällytettävät dokumentit	26
6.6.2	Kansiohierarkia	32
7	Ohjelmiston käyttökokemukset	33
7.1	Ohjelmiston käyttö ilman mallinnusta	33
7.2	Ohjelmiston käyttö 3D-suunnittelussa ja tietomallintamisessa	35
7.2.1	Määräluettelointi	35
7.2.2	Valaistuvoimakkuuden arvioiminen	36
7.3	Suunnitelmien julkaisu MagiCAD Electrical for Revit -ohjelmistolla	36
7.3.1	Paperitulosteet	36
7.3.2	DWG-tiedostojen julkaisu	37
7.4	Ohjelmiston yhteiskäyttö	38
8	Yhteenveto	38
	Lähteet	40
	Liitteet	
	Liite 1. Sähkötekni­sen tietomallin vaatimustasot	

Termit ja lyhenteet

BCF	Building Collaboration Format. Tiedonvälitysformaatti, johon voidaan tallettaa sijainti-/objektitiedot kommentoitavista komponenteista, jolloin tietomalliin liittyviä kommentteja voidaan lähettää ilman koko IFC-mallin lähettämistä.
BIM	Building Information Model / Building Information Modeling. Rakennuksesta luotu keskitetty sähköinen malli, joka sisältää rakennuksen geometrian, tuotetiedot sekä rakenteet koko elinkaaren ajalta.
Blokki	Block. Suunnitteluohjelmissa käytettävä yhdistetty geometria, joka tavanomaisesti sisältää useampia objekteja, tekstiobjekteja ja/tai geometrisiä detaljeja.
CTB	AutoCAD-ohjelmiston kynätiedosto, joka pitää sisällään tulostustyyliä eri väreille.
.dwg	Autodeskin käyttämä tiedostoformaatti 2D- ja 3D-suunnitelmille AutoCAD-ohjelmistossa.
IFC	Industry Foundation Classes. Tietomalliohjelmistojen yhteinen standardoitu formaatti tietomallin kuvaamiseen. Uusin versio IFC 2x4. Nykyään monesti on käytössä vielä IFC 2x3.
LVIA	Lämpö, vesi, ilma ja automaatio
LVISA	Lämpö, vesi, ilma, sähkö ja automaatio

massaluettelo	Lista materiaali- ja tarvikemääristä
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing. Rakenne- ja talotekniikka
.mep/.mrv	MagiCADin tietokantatiedosto, joka sisältää projektissa käytettävät asetukset objekteille ja projektiin liittyviä tietoja. Tiedostossa sijaitsevat myös käytettävät piirrosmerkit ja tuotetiedot sekä mahdolliset kerrostiedot.
origo	Piste, jonka koordinaatit ovat (0,0,0)
objekti	CAD-ohjelmistojen luoma kokonaisuus/tietopaketti, joka sisältää esimerkiksi kappaleen mitat, koron, 3D-geometrian ja sähkötekniset tiedot (pistorasia, valaisin jne.).
parametri	Parametri tarkoittaa tietoa sisältävää komentoa, johon voidaan tieto syöttää joko käsin tai antaa parametrin hakea se automaattisesti projektin sisältä. Esim. piirustuksen nimen tuonti nimiöön tai valaisimien määrän tuonti valaisinluetteloon. Lisäksi eri objektien väliset sidonnaisuudet voidaan nähdä parametrina.
periaatekaavio	Sähköpiirustus, jossa esitetään jonkin järjestelmän periaatteellinen toiminta.
piirikaavio	Sähköpiirustus, jossa kuvataan keskuksen lähtöön liittyvien komponenttien väliset kytkennät.
pääkaavio	Sähköpiirustus, jossa esitetään sähkökeskusten tekniset tiedot, rakenne ja johtojen/kaapeleiden ryhmälähdöt komponentteineen ja muine tietoineen.
Snap / pakotus	CAD-ohjelmistoissa käytettävä osoittimen pakotus. Tarkoittaa, että piirtämisen tai muiden komentojen käytön aikana osoitin

tarttuu kiinni määriteltyihin pisteisiin tai apuviivoihin.

suunnittelutila	Suunnitteluikkuna/-välilehti, johon suunnitelma mallinnetaan mittakaavassa 1:1.
tasopiirustus	Mittakaavassa oleva sähköpiirustus, jossa esitetään sähkö-, tele- ja turvajärjestelmien laitteet ja pisteet johdotuksineen sekä sijainteineen.
Template	Template-tiedosto. Tietokannan kaltainen ennalta määritelty mallipohjana käytetty piirustus-, projekti- tai perhetiedosto (Family). Sisältää esimerkiksi valmiit mittayksiköt, tasorakenteet, piirustusarkit, viivatyypit jne.
tulostustila	Suunnitelman tulostukseen käytettävä tulostusikkuna/-välilehti joka on tulostettavan kuvan lopullinen muoto kokonsa ja ulkonäkönsä puolesta.
törmäystarkastelu	Yhdistelmämallin avulla tapahtuva tarkastelu, jota voidaan käyttää esimerkiksi kaapelihyllyreittien ja ilmanvaihtokanavistojen risteämäkohtien löytämiseen.
Xref / referenssi	Viitepiirustus. Piirustuksen pohjalle linkitetty kuvatiedosto. Voi olla esimerkiksi toinen CAD-/Revit-piirustus.
yhdistelmämalli	Tietomallipaketti, johon on koottu kaikkien suunnittelualojen tietomallit.

1 Johdanto

Työn tarkoituksena on tarkastella uuden ohjelmiston mahdollisen käyttöönoton etuja sekä haasteita insinööritoimiston sähkösuunnittelun ja tietomallintamisen apuna. Ohjelmiston käyttöönotolla pyritään älykkäästi lisäämään ja automatisoimaan suunnittelun tietosisältöä sekä yhtenäistämään tietomallipohjaista suunnittelua eri suunnittelualojen kesken.

Esimerkkiyrityksenä toimii kansainväliseen NCC-konserniin kuuluva kokonaissuunnittelukonseptin mukaisia ratkaisuja tarjoava monialainen insinööritoimisto Optiplan Oy. Yrityksen päätoimipiste sijaitsee Helsingissä.

Työssä tarkastellaan MagiCAD Electrical for Revit MEP -ohjelmiston version 2015.4 mahdollisia etuja sähköisen talotekniikan suunnittelussa verrattuna insinööritoimiston nykyiseen käytössä olevaan MagiCAD for AutoCAD -ohjelmiston versioon 2014.4. Työssä selvitetään MagiCAD Electrical for Revit MEP -ohjelmiston yleistä käytettävyyttä sekä tähän siirtymisestä aiheutuvia toimenpiteitä. Lisäksi työssä on osaltaan otettu kantaa sähkösuunnitteluun näillä kahdella ohjelmistolla. Työssä tehtävien johtopäätösten pohjalta arvioidaan, onko suunnittelutoimiston kannalta edullista siirtyä tulevaisuudessa käyttämään kyseistä ohjelmistoa ja millä ehdoilla.

2 Optiplan Oy

Optiplan Oy perustettiin vuonna 1989 rakennusliike A. Puolimatkan yhtiötettyä suunnitteluosastonsa pystyäkseen paremmin palvelemaan laajempaa asiakaskantaa. Rakennusliike A. Puolimatkan suunnitteluosaston voidaan katsoa syntyneen 1964 yrityksen palkattua ensimmäisen rakennusarkkitehtinsa ja on sen jälkeen muotoutunut monialaiseksi suunnittelutoimistoksi. Suunnittelutoimiston nykyinen omistaja, ruotsalaislähtöinen NCC AB, osti Puolimatkan rakennus- ja suunnittelutoiminnan vuonna 1996.

Optiplan Oy toimii neljällä paikkakunnalla. Helsingissä sijaitsevan pääkonttorin lisäksi toimistoja löytyy Turusta, Tampereelta ja Oulusta. Vuonna 2014 Optiplan Oy osti Oululaisen Taltekon Oy:n laajentuen nykyisen n. 240 työntekijän yritykseksi, josta sähkösuunnitteluun kuuluu n. 30 työntekijää. Muihin suunnittelualoihin kuuluvat arkkitehtuuri,

energia- ja ympäristöpalvelut, rakennesuunnittelu sekä LVIA-suunnittelu. Yritys tarjoaa monialaisuutensa mahdollistamana kokonaissuunnittelukonseptia, eli hankkeen alusta asti arkkitehdilla sekä muilla suunnittelualoilla on yrityksen sisäisesti suoraan käytösään myös muiden alojen osaaminen. Yritys tarjoaa myös teknistä kokonaissuunnittelua, joka sisältää rakenne- ja LVISA-suunnittelun. (1)

3 Tietomallinnus yleisesti

Tietomallintamisen päätavoitteena rakennusalan töissä on tukea suunnittelua ja rakentamista hankkeen alusta alkaen aina käyttöön ja ylläpitoon asti. Tietomallintamalla pystytään selkeyttämään päätöksentekoprosesseja ja havainnollistamaan ja sovittamaan yhteen eri suunnittelualojen suunnitelmia sekä parantamaan suunnittelualojen välistä kommunikaatiota. Yleisenä tavoitteena on tehostaa rakentamisen aikaisia toimenpiteitä helpottamalla aikataulutusta, selkeyttämällä tavoitteita sekä parantamalla työturvallisuutta hankkeen aikana. (2, s. 5.)

3.1 Mallitekniset vaatimukset

Julkisten hankkeiden tietomallintamisessa vaaditaan ilman erityisvaatimuksia vähintään IFC 2x3 -standardin sertifikaatin omaava suunnitteluohjelmisto. Käytettävät ohjelmistot ja versiot on ilmoitettava tarjouksessa.

Projektia käynnistettäessä projektille tulee määrittää yhteinen projektikoordinaatisto, jossa rakennus sijoittuu kokonaisuudessaan positiiviselle koordinaatistolle ja jonka origo on rakennuksen läheisyydessä. Korkeussuunnassa tietomallit mallinnetaan kunnan korkeusjärjestelmän mukaisesti todelliseen korkeusasemaansa. Mittayksikkönä tulee käyttää millimetriä. Mallien tarkkuudessa pyritään mahdollisimman tarkkaan lopputulokseen, mutta ottaen huomioon suunnitelmien tarkoituksenmukaisuus.

Yleisvaatimuksen mukaisesti kaikkien suunnittelualojen tulisi mallintaa rakennukset kerroskohtaisesti johtuen malleista laadittavien analyysien kerroskohtaisuudesta. Tämän lisäksi jokainen rakennus tulee luovuttaa erillisenä mallina tai tarvittaessa myös rakennuksesta luotuina erillisinä lohkoina.

Mallit tulee nimetä soveltuvin osin tilaajan ohjetta noudattaen ja täyttää mallista aina julkaisun yhteydessä tietomalliselostus. Tähän dokumenttiin sisällytetään jokaisen suunnittelualan tietomallin etenemiseen liittyvä sisältö ja mahdolliset poikkeamat yleisistä vaatimuksista.

Hankkeelle tulee aina nimetä tietomallikoordinaattori, joka voi olla pääsuunnittelija tai tämän valitsema taho. Ohjeellista olisi, että suunnittelualojen julkaistavat dokumentit pohjautuisivat ensisijaisesti tietomalliin ja se tulisi julkaista joko ennen tai samanaikaisesti dokumenttien kanssa. (2, s. 6–10.)

3.2 Tietomallien hyödyntäminen

Hankkeen tarveselvitysvaiheessa ei tavanomaisesti ole vielä olemassa geometrinen muotoa, mutta keskeisimmistä tilavaatimuksista luotu vaatimusmalli voidaan lukea osaksi tietomalliprosessia. Tämä dokumentti voi olla vähimmillään taulukkomuotoinen tilaohjelma tai tietomallin Tila-objektiin kirjattu sisäinen tieto. Sähkösuunnittelulle voidaan asettaa tavanomaisesti valaistustasoon, suoraan ja/tai epäsuoraan valaistustapaan, valaistuksen ohjaustapoihin, sähkötekniisiin luokituksiin (IP, EX jne.), sähkön syötön varmennustarpeisiin sekä varustustasoon liittyviä vaatimuksia. (2, s. 12; 2, liite 1; 3, s. 13.)

3.2.1 Ehdotussuunnittelu

Suunnittelun ensimmäisessä vaiheessa pyritään löytämään sopivin perusratkaisu karkeasti suunnitelluista vaihtoehtoista. Korjausrakentamiskohteissa vaaditaan lisäksi inventointimalli, joka tarkoittaa olemassa olevien rakennusten mallintamista.

Talotekniikan osalta ehdotussuunnitteluvaiheessa vaaditaan alustavia järjestelmämallia, joista tulevat ilmi pääreitit sekä tilaa vaativat kanava- ja johtoreitit. Muita tietomallinnettavia tehtäviä ovat mm. mallihuoneet, leikkaukset ja tilavaraukset. Ehdotussuunnitteluvaiheen tietomallin pääasiallinen tarkoitus on havainnollistaa eri suunnitelmavaihtoehtoja. (2, s. 13–15.)

3.2.2 Yleissuunnittelu

Suunnitteluvaiheen tarkoitus on lähteä kehittämään valittua perusratkaisua, eli arkkitehdin luomaa tietomallia. Kaikkien suunnittelualojen tietomallit tulisi olla tässä vaiheessa käytössä ja ajantasaisia. Sähkösuunnittelun kannalta tässä vaiheessa tulisi kaikkien järjestelmien tilavaraukset olla kunnossa, jotta niitä voidaan käyttää suunnitelmien yhteensovittamiseen.

Yleissuunnittelun vaatimukseen kuuluu talotekniikkasuunnittelun osalta myös mallihuoneiden tai -alueiden tietomallinnus. Tällä varmistetaan eri järjestelmien ja komponenttien mahtuminen samaan tilaan. Mallihuoneiksi tai -alueiksi suositellaan käytettävän ainakin usein toistuvia tiloja. Rakennuksen tyypistä riippuen olisi suotavaa sähkösuunnittelun osalta myös luoda palvelualuekaaviot esimerkiksi tietoverkon, sähkökeskusten, sekä energiamittausten palvelualueista. (2, s. 15–17; 3, s. 15–19.)

3.2.3 Toteutussuunnittelu

Mallien tarkkuus kasvaa entisestään ja päivittyy yksityiskohtaisilla tyyppitiedoilla. Arkkitehtimalli tulee toteutussuunnittelun aikana olemaan mittatarkka ja sähkösuunnittelun mallin tulee vastata tätä. Toteutussuunnitteluvaiheen valmista mallia tulee pystyä käyttämään määrälaskennassa. Tässä vaiheessa tietomallikoordinaattori luo eri suunnittelualojen malleista yhdistelmämallin törmäystarkastelua, tilavarausten varmistamista sekä reikä- ja varaussuunnittelua varten.

Tietomallikoordinaattori tarkastaa mallit ja luo niiden pohjalta määräluetteloita ja kustannusarvioita, joita voidaan hyödyntää myös urakkatarjouksessa niiltä osin kuin tietomalleista nykyisellään pystytään määrien laskemista hyödyntämään. Tietomallikoordinaattorin tehtävänä on varmistaa, että yhdistelmämalli on ristiriidaton ja rakennettavissa, jotta vältetään rakentamisen aikaisia virheitä. (2, s. 17–19.)

3.2.4 Toteutusvaihe

Toteutuksessa tietomalleja hyödynnetään paljon niiden visuaalisen havainnollisuuden vuoksi. Tietomallin käyttö toteutuksessa helpottaa ja nopeuttaa määrälaskentaa sekä osaltaan myös poistaa paljon päällekkäisiä töitä parantaen rakentamisen tuottavuutta. Työmaan edetessä tietomallia tulee päivittää tehtyjen muutosten mukaisesti ja julkaista

sitä riittävän usein. Luotua ja päivittyvää tietomallia voidaan hyödyntää talotekniikan puolesta asennuskatselmuksissa, joissa käydään läpi asennusjärjestykset ja aikataulut. (2, s. 19.)

3.2.5 Vastaanotto

Vastaanoton kannalta olennaisinta mallintamisessa on toteutuneen rakennuksen mallintaminen rakennusaikaisine muutoksineen sekä huoltokirja. Mallipohjaisen huoltokirjan vaatiminen on toisaalta vielä poikkeuksellista. (2, s. 20.)

3.3 Talotekniikan tietomallivaatimukset

Talotekniikan suunnittelijoiden projektin käyttöön julkaistavissa tietomalleissa ei saa olla mukana muiden suunnittelualojen malleja, vaikka niitä olisikin käytetty referensseinä. On suositeltavaa, että kaikki IFC-mallin objektit noudattaisivat IFC-hierarkiaa. Tämä tarkoittaa, että jokaiseen objektiin olisi lisätty tieto siitä, mihin rakennukseen, kerrokseen ja järjestelmään ne sijoittuvat. Objektien tietojen muuttuessa suositellaan myös, että niiden muokkaus toteutetaan muokkaustoimintoja käyttäen, sillä tällöin objektin sisäinen tunnistus todennäköisesti pysyy alkuperäisenä ja myöhemmin pystytään näkemään, mitkä objektit ovat muuttuneet. (3, s. 7–10.)

Yksilöllisille laitteille ja komponenteille tulee määrittää tunnus attribuutiksi kyseiseen objektiin. Yksilöllisiä komponentteja ovat esimerkiksi paloilmaisimet ja muut vastaavat, joihin kohdistuu rakennusautomaation ohjauksia tai indikoiteja, eli tietojen keruuta esimerkiksi laitteen tilasta. (3, s. 11.)

3.3.1 Sähkösuunnittelun järjestelmämallit

Keskukset, kaapit ja sähkön pääjakeluun liittyvät tilaa vievät komponentit ja laitteistot tulee mallintaa mitoiltaan vähintään todellisiksi tai suunnittelijan arvioimiksi yksinkertaisiksi 3D-objekteiksi. Johtotiet tulee mallintaa todellisten mittojen mukaan, mutta kanakkeiden mallintaminen ei ole vaadittavaa. Valaisimien mallintamisessa tulisi ensisijaisesti käyttää objektikirjaston valmiita valaisinmalleja, mutta niiden puuttuessa riittää, että käytetään mitoiltaan vastaavaa valaisintyyppiä. (3, s. 28–29.)

Vähän tilaa vieviä komponentteja, kuten kytkimiä ja pistorasioita ei välttämättä tarvitse mallintaa 3D-geometriansa osalta kuin erikseen sovituissa mallihuoneissa tai -alueissa sekä esimerkiksi alakattoasennuksissa. Asennuskaapeleita ja putkistoja ei mallinneta lainkaan kolmiulotteisesti. Asennuskalusteita ei myöskään oteta huomioon törmäystarkasteluita tehdessä. (3, s. 29.)

Mikäli turvajärjestelmiä mallinnetaan, luodaan ne omaan malliinsa tietoturvallisuuden nimissä. Rakennusautomaation komponentit saattavat myös olla joko omana mallinaan tai osana sähkömallia, mutta kummassakin tapauksessa komponenttien oikea sijoitus on rakennusautomaatiosuunnittelijan vastuulla. Liitteessä 1 on tarkemmin esitetty eri komponenttien tietomallinnuksen vaatimukset, geometriset tarkkuustasot sekä tietosisällöt. (3, s. 29–32.)

3.3.2 Yhdistelmämalli

Yhdistelmämallia käytetään törmäystarkastelussa apuna, jotta saataisiin lopulta luotua tietomalli ilman eri järjestelmien ja objektien risteilyä. Tietynasteinen risteily on toisaalta sallittua, mikäli siitä ei ole asennusteknisesti haittaa. Järjestelmäkohtaiset mallit tulee tehdä tietosisällöltään luotettaviksi. Jos käytettyä tuotetta ei siis löydy laitetietokannasta, tulee käyttää mahdollisimman samankaltaista tuotetta ja kirjata objektin tietoihin todellisen, käytetyn tuotteen tiedot. Tätä manuaalista tietojen kirjausta käytetään myös yksilöllisten koodattavien komponenttien osalta, joita ovat esimerkiksi osoitteelliset paloilmalaitteet. (3, s. 32–35.)

3.3.3 Reikävaraukset

Reikävaraukset tehdään aina vähintään kaksiulotteisesti rakennesuunnittelijan tasokuviin, mutta joissakin kohteissa voidaan myös tehdä kolmiulotteinen tietomalli tulevista reikävarauksista, joka sisältää ainoastaan varausobjektit kerroksittain jokaisen suunnittelualan omilla tunnisteilla. Rakenteita läpäisevät varaukset tulee tehdä aina rakenteita paksummiksi käytännöllisistä syistä. Kuten on aiemmin mainittu, varausiakin muuttaessa tulee muutokset tehdä muutostyökaluilla. (3, s. 36–37.)

3.3.4 Määräluettelot

Määrälaskenta suoritetaan järjestelmämalleista, mikäli se on sopimuksessa mainittu (3, s. 39). Muussa tapauksessa noudatetaan sopimuksenmukaisia menettelyjä. Esimerkiksi sähkötietokortiston kortin ST 13.80 mukaan määräluettelointi ohjeistetaan luomaan jokaiseen tasopiirustukseen.

3.3.5 Toteumamalli

Tarjouspyyntöön voi sisältyä järjestelmämallin päivitys vastaamaan työmaalla toteutunutta tilannetta. Tällöin tietomallista käytetään nimitystä toteumamalli. Tämä tarkoittaa käytännössä tietomallin päivitystä urakoitsijan tekemien muutosten kaltaiseksi, jolloin rakennuksen valmistuessa tietomalli vastaa lopullista rakennusta (As Built). (3, s. 40–41.)

4 Esimerkkiyrityksen tietomallinnuksen nykytila ja kehitystarve

Esimerkkiyrityksenä toimivassa Optiplan Oy:ssä tietomallintaminen on hoidettu AutoCAD-pohjaisilla ohjelmistoilla talotekniikassa. Rakennesuunnittelussa käytetään Tekla Structures -ohjelmaa ja arkkitehtisuunnittelussa käytetään ArchiCAD-ohjelmistoa. Tietomallintaminen tapahtuu talotekniikan suunnittelussa kääntämällä AutoCAD-ohjelmiston DWG-tiedosto objekteineen IFC-muotoon. Tämä tarkoittaa käytännössä, että suunnitelmat tehdään kaksiuulotteisessa muodossa kerroksittain. Jokaisessa objektissa on oma tietosisältönsä sekä korkeusasemansa, jotka muunnetaan erilliseksi kolmiulotteiseksi IFC-tiedostoksi. Luotu IFC-tiedosto avataan erillisellä ohjelmistolla. Tavanomaisesti ilmaiseksi saatavissa olevalla Teklan BIMsight-ohjelmistolla, niin ikään ilmaisella Solibrin Model Viewer -ohjelmistolla tai lisenssin vaativalla Solibrin Model Checker -ohjelmistolla. Yleisesti ottaen toimistolla on käytetty Solibrin Model Checker -ohjelmistoa yhdistelmämallien luomiseen.

Tällä tavalla tietomallintaminen, törmäystarkasteluiden tekeminen ja törmäyksien korjaaminen voi olla aikaa vievää työtä, sillä törmäilyt eri suunnittelualojen kesken, kuten kaapelihyllyjen ja ilmastointikanavien risteilyt, tulevat pääasiallisesti ilmi vasta yhdistelmämallista, eikä niitä pystytä korjaamaan suoraan IFC-malliin, vaan korjaus on tehtävä

AutoCAD-ohjelmistolla kaksiulotteisesti ja luotava uusi IFC-malli uutta tarkastelua varten. Tätä joudutaan toistamaan kunnes lopputulos tyydyttää.

Nykyään varsinkin suuremmat rakennuttajat pääasiallisesti vaativat rakennuskohteiden mallintamista rakentamishankkeen tueksi. Tietomallintaminen vaatii suunnittelijan näkökulmasta arviolta noin kolmasosan enemmän aikaa suunnittelun sekä kokousten puolesta puhtaasti kaksiulotteiseen suunnitteluun nähden (4). Tämän johdosta tietomallintamisen tehostamiselle ja selkeyttämiselle on syntynyt todellinen tarve. Tämän tarpeen ajamana esimerkkiyritys Optiplan Oy on tilannut tämän työn selvittääkseen, pystyykö uuden ohjelmiston käyttöönotolla parantamaan tietomallinnuksen tuottavuutta ja vähentämään ylimääräistä työtä. Yrityksen tavoitteena on tutkia taloteknisen suunnittelun siirtämistä tämän uuden ohjelmiston alle.

5 MagiCAD Electrical for Revit MEP

5.1 Yleistä

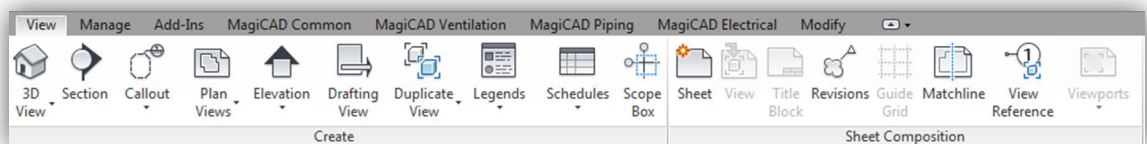
Revit MEP on globaalin yrityksen Autodesk Inc. luoma suunnitteluohjelmisto, joka on tarkoitettu arkkitehti-, rakenne-, energia- sekä LVIAE-suunnitteluun. MagiCAD Electrical on suomalaisen Progman Oy:n sähkösuunnittelun tietomallinnusohjelmisto, joka toimii Autodeskin AutoCAD- ja Revit-tuotteiden lisäosana. Työssä tarkastellaan ohjelmistokokonaisuutta, johon kuuluvat Revit-ohjelmiston versio 2015 ja tämän päälle liitetty MagiCAD Electrical versioltaan 2015.4.

Revit MEP toimii kokonaisuudessaan kolmiulotteisessa ympäristössä poiketen AutoCAD-ohjelmiston kaksiulotteisuudesta. Revit pyrkii liittämään eri suunnittelualat tiiviimmin yhteen, esimerkkinä talotekniikkaobjektien suora liittäminen osaksi koko rakennuksen mallia sen sijaan, että eri suunnittelualojen suunnitelmat olisivat erillisiä päällekkäin kelluvia tasoja. Tämä tarkoittaa sähkösuunnittelussa esimerkiksi sitä, että sähkökalusteet liittyvät parametrisesti seinään tai asennuskouruun, jolloin asennuskourua siirtäessä myös sähkökaluste siirtyy osana kokonaisuutta. Parametrisyys tarkoittaa objektia määrittäviä sisäisiä tietoja, kuten kappaleen tyyppi, kappaleen liittyminen toiseen objektiin, kappaleen korkotieto tai objektin sähkönkulutus.

Yksi merkillepantava poikkeus AutoCAD-ohjelmistoon on, että Revit-projektia ei voida tallentaa vanhempaan versioon, eivätkä uudemman version suunnitelmat toimi aiemmissä versioissa. Tällöin on ensiarvoisen tärkeää, että kaikilla Revit-ohjelmistoa käyttävillä suunnittelijoilla on saman version ohjelmisto, eikä versiota päivitetä kesken projektien.

5.2 Projektin sisäiset tiedostomuodot

Revit sisältää yhdeksän erilaista sisäistä tiedostoa tai näkymää. Näissä sisäisissä tiedostoissa on jokaisessa omat toiminnollisuutensa ja rajoitteensa. Nämä tiedostot ja näkymät mahdollistavat teoriassa lähes kaikkien suunnitteluprosessissa vaadittavien dokumenttien sisällyttämisen yhteen Revit-projektiin. Käytännössä ainakin sähkösuunnittelun kannalta näihin erilaisiin tiedostoihin ja näkymiin sisällytetyt rajoitteet luovat käyttöympäristön, jossa joudutaan keksimään kiertoteitä rajoitteiden ympäri tai tekemään kompromisseja, jotta saadaan täytettyä suunnitteluprosessin vaatimat tavoitteet. Näitä rajoitteita sekä kompromisseja on avattu tulevissa luvuissa aihekohtaisesti. Alla on lyhyt esittely kyseessä olevista tiedostoista sekä näkymistä siinä järjestyksessä kuin ne esiintyvät ohjelman näkymäpalkissa (kuva 1). Nämä sisäisesti luotavat tiedostomuodot ja näkymät tulevat omina lehtinään projektipuuhan. Tulostusnäkymään (Sheet) voidaan sisällyttää muita näkymiä.

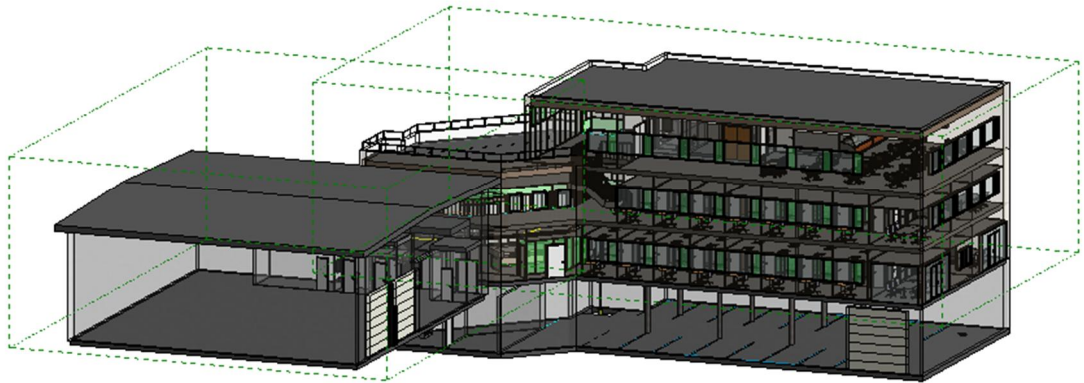


Kuva 1. Näkymäpalkki

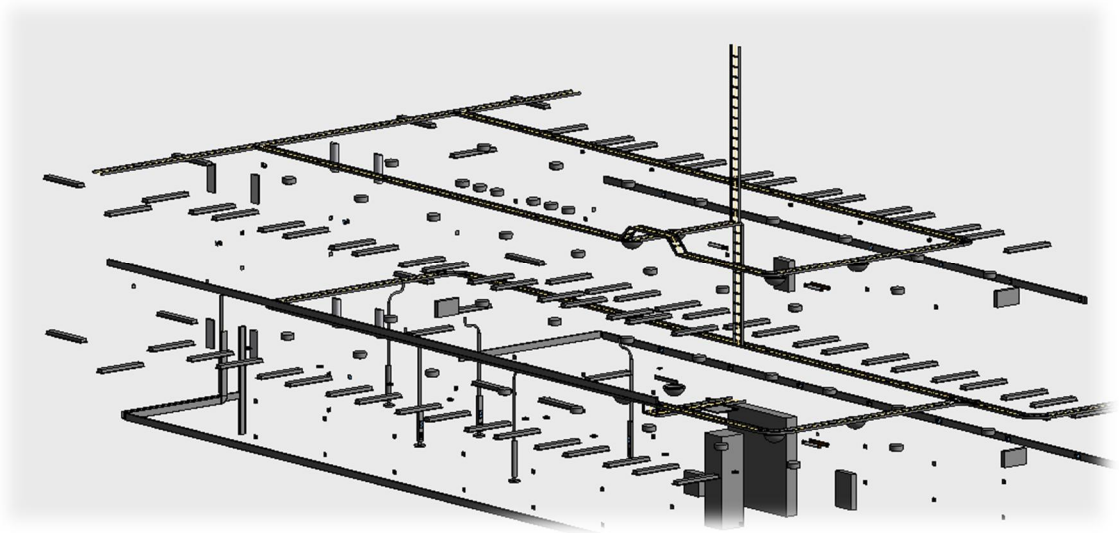
5.2.1 3D-näkymä (3D View)

Tämä näkymä sisältää rakennuksen kolmiulotteisen mallin (kuva 2). Näitä kolmiulotteisia malleja voidaan luoda tarvittava määrä ja asettaa jokaiselle näkymälle halutut objektien näkymäasetukset, mikäli halutaan näyttää esimerkiksi ainoastaan rakenteet tai sähköosat (kuva 3). Näkyvyyden muokkaus tapahtuu Visibility/Graphics-toiminnolla

(Pikakomento VG). Tästä näkymästä luodaan myös rakennuksen IFC-malli, kun näköasetuksista on piilotettu kaikki tarpeeton omaan suunnittelualaan liittymätön.



Kuva 2. 3D-näkymä kaikilla suunnittelualoilla



Kuva 3. 3D-näkymä pelkillä sähköobjekteilla

IFC-mallia luodessa tulee avata suodatettu 3D-näkymä ja MagiCADin yhteisestä valikosta valita IFC-export ja luoda malli nykyisestä näkymästä.

5.2.2 Leikkausnäkö (Section)

Leikkausnäkössä voidaan käyttää detaljeja sekä malliobjekteja.

Leikkausnäkymässä voidaan luoda leikkauskuva rakennuksesta tai erityistä tarkkuutta vaativasta kohdasta. Mikäli rakennuksessa kulkee paljon tekniikkaa, voi olla tarpeen luoda leikkausnäkyymiä, joista pystytään tarkistamaan taloteknisten järjestelmien tilantarpeita ja ohittamaan muita järjestelmiä, kuten LVI- tai rakennesuunnittelun komponentteja.

Leikkausnäkymässä pystytään muokkaamaan kaikkia käytössä olevien suunnittelualojen järjestelmiä ja kaikki leikkausnäkyymään tehdyt muutokset toteutuvat myös suunnittelupohjalla. AutoCAD-ympäristöstä poiketen esimerkiksi kaapelihyllyjä pystytään muokkaamaan tässä näkyymässä joustavasti (kuva 4).

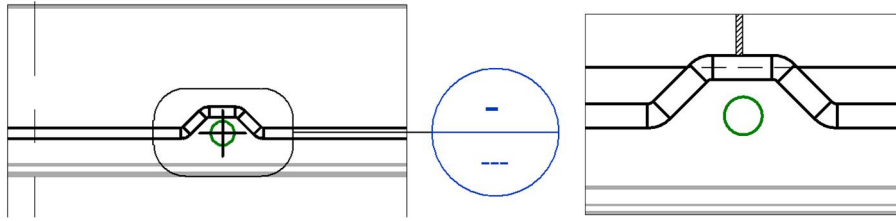


Kuva 4. Leikkausnäkyymä

5.2.3 Yksityiskohtanäkymä (Callout)

Yksityiskohtanäkymässä voidaan käyttää niin detaljeja kuin malliobjekteja.

Yksityiskohtanäkymässä voidaan tarkentaa esimerkiksi rakenteiden liitoksia tai järjestelmien kiinnityksiä (kuva 5). Mikäli tähän näkyymään luodaan detaljeja, tulee ne luoda detaljityökaluilla. Kaikki yksityiskohtanäkymään luodut objektit ja muokkaukset detaljeja ja tekstejä lukuun ottamatta siirtyvät suoraan suunnitelmapohjaan.



Kuva 5. Yksityiskohtanäkymä

5.2.4 Suunnittelunäkymä (Plan View)

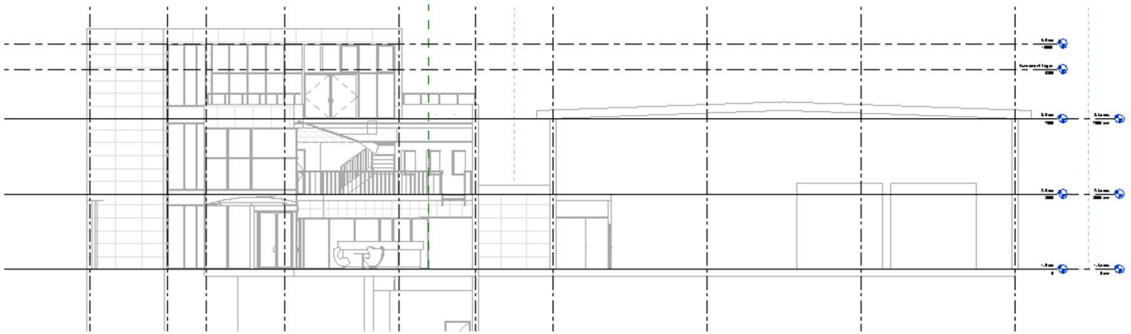
Suunnittelunäkymässä voidaan käyttää detaljeja sekä malliobjekteja.

Suunnittelunäkymä on pohja kaikelle suunnittelulle. Suunnittelunäkymät pohjautuvat aina korkonäkymään (Elevation View, kohta 5.2.5) luotuihin kerroksiin. Suunnittelunäkymiä voidaan luoda tarvittava määrä jokaisesta kerroksesta. Mikäli luodaan kaksi suunnittelunäkymää yhdestä kerroksesta, ovat nämä toistensa kopioita (Duplicate View, kohta 5.2.7) ja molemmat sisältävät samat objektit. Ainoastaan detaljit ovat näkymäkohtaisia. Revit toisaalta suhtautuu myös kaapeleihin detaljiviivoina, joten kaapeloinnit näkyvät vain siinä näkymässä, johon ne piirretään. Tämän takia on kannatettavaa luoda eri näkymäkopioita pelkille objekteille, eli pistekuville, sekä omansa esimerkiksi johdotetuille vahvavirtaryhmityksille ja telejohdotuksille, mikäli nämä halutaan esittää tasumuotoisena. Näkymäasetuksista (Visibility/Graphics, pikakomento VG) voidaan asettaa näkymässä näkyvät objektit käyttötarkoituksen mukaan.

5.2.5 Korkonäkymä (Elevation View)

Korkonäkymässä voidaan käyttää niin detaljeja kuin myös malliobjekteja.

Projektia aloitettaessa korkonäkymän muokkaaminen on ensimmäisiä vaadittavia asioita, koska Revit-mallissa suunnittelupohjat luodaan korkonäkymän leikkauksista (kuva 6). Tässä näkymässä tullaan todennäköisesti toimimaan hyvin vähän, ellei rakennuksen kerroskorkeuksiin tule suuria muutoksia. Mikäli tästä halutaan pysyä automaattisesti selvillä, voidaan kahden eri suunnittelualan luomiin kerroskorkoihin liittää myös monitorointia yhteistoiminta-välilehdeltä (Collaborate), jolloin ohjelma varoittaa aina, kun valvottavaan kohdepariin tehdään muutoksia.



Kuva 6. Korkonäkymä esimerkkikohteesta

5.2.6 Luonnosnäky (Drafting View)

Luonnosnäkyssä on mahdollista käyttää ja piirtää ainoastaan detaljeja.

Luonnosnäkyä voidaan käyttää, mikäli halutaan luoda esimerkiksi asennusdetaljeja projektiin. Tässä näkyssä voidaan käyttää ennalta luotuja detaljikomponentteja työn nopeuttamiseksi. Näitä komponentteja voivat olla esimerkiksi maadoituskaaviossa käytettävät maadoituskiskot tai liitokset. Lisäksi MagiCADin versiosta 2015.11 lähtien voidaan myös järjestelmien periaatekaaviot luoda luonnosnäkyyn tähän tehtävään tarkoitettulla työkalulla.

Luonnosnäkyä etu on, että se voidaan tuoda suoraan toisesta projektitiedostosta uuteen projektiin. Tällöin voidaan luoda usein toistuvia detaljeja suoraan erillisestä tietokantana käytettävästä Revit-tiedostosta tai samankaltaisia järjestelmäkaavioita edellisistä projekteista.

5.2.7 Kopionäky (Duplicate view)

Kopionäky on käytännössä juuri nimensä mukainen kopio olemassa olevasta näkymästä. Kopionäkyä luodessa voidaan päättää, halutaanko kopioitavaan näkymään pelkät objektit vai halutaanko myös yksityiskohdat (Detail), kuten johdotukset, myös uuteen näkymään. Tätä näkyä voidaan hyödyntää, mikäli halutaan esimerkiksi luoda samasta kerroksesta johdotustasot heikkovirtajärjestelmille.

5.2.8 Selostenäkymä (Legends)

Selostenäkymän pääasiallinen käyttötarkoitus on luoda komponentti- ja selitemerkintöjä projektin piirustuksiin. Sähkösuunnittelussa tämä käytännössä tarkoittaa sähköpisteiden selityksien luomista. Tässä näkymässä voidaan myös luoda järjestelmäkaavioita käyttäen selitekomponentteja (Legend Component), mutta MagiCADin versiosta 2015.11 lähtien nämä voidaan luoda luonnosnäkyminä käyttäen tähän tarkoitukseen luotua MagiCAD-työkalua.

5.2.9 Taulukot (Schedules)

Revit-ohjelmiston taulukkotyökalut ovat yksi erittäin tärkeä osa-alue suunnitelmien tietosisällön käsittelyn ja automatisoinnin kannalta. Olennaisena osana taulukoihin liittyy myös projektissa käytettävät parametrit, joihin pohjautuen taulukoita luodaan.

Perusolemukseltaan taulukkotyökalut muistuttavat käyttöliittymältään hieman Microsoftin Excel- tai OpenOfficen Calc-tilukkolaskentaohjelmistoja, mutta ne ovat muokattavuutensa kannalta huomattavasti rajoittuneempia. Yksi selkeä rajoite on taulukon rivien valinnan ja muokkauksen puute. Erilaisiin käyttötarkoituksiin on erilaisia taulukkotyökalupohjia, joihin on valmiiksi luotuna tiettyjä toiminnallisuuksia, kuten piirustusluettelo-pohjan valmis suodatus pelkkien tulostusnäkymin esittämiseen.

Taulukoita voidaan liittää sellaisenaan näkyville tulostusnäkymin tai käyttää niitä erillisinä laskentatyökaluina suunnittelun apuna yrityksen tarpeiden mukaisesti. Esimerkiksi voidaan ylläpitää listaa rakennukseen sisältyvistä huonetiloista ja näiden valaistusvoimakkuuksista tai ilmamääristä.

Taulukoilla voidaan luoda valmiista dokumenteista esimerkiksi piirustusluettelo sekä valaisinluettelo. Tasopiirustuskohtainen nimiön yläpuolelle sijoitettava päivittyvä määräluettelo voidaan myös luoda taulukkona, jolloin pistemäärät pysyvät jatkuvasti ajantasaisina.

5.2.10 Tulostusnäkyvä (Sheet)

Tulostusnäkyvä koostuu erilaisten näkymien yhdistelmästä, jotka liitetään yrityskohtaisesti luodun tulostuspohjan (Title Block) päälle. Tulostusnäkyvästä luodaan lopulta kaikki projektin julkaistavat tulostettavat dokumentit.

6 Ohjelmiston käyttöönotto

Revit-ohjelmistoa on mahdollista muokata muistuttamaan jossain määrin AutoCAD-ohjelmistoa ulkoiselta olemukseltaan, mutta on olennaista tietää, että Revit-ohjelmistosta ei saada lopulta kuitenkaan AutoCAD-ohjelmistoa. Tärkeämpää onkin keskittyä Revit-pohjaisen suunnittelun vahvuuksiin. Esimerkiksi AutoCAD-ohjelmistosta tutun mustan pohjan pystyy asettamaan asetuksista, mutta toisaalta tuttua hiusristikkoa ei saada Revit-ohjelmistossa käyttöön johtuen sisäänrakennetusta monitoimintaisesta ja käyttötarkoituksen mukaan muuttuvasta kursorista.

Revit ei ole sähkösuunnittelun kannalta joustavuudeltaan verrattavissa AutoCAD-ohjelmistoon. Tämän takia Revit-ohjelmiston käyttöönotto vaatii paljon esivalmistelua. Toisaalta Revit tarjoaa huomattavasti laajemman automatisoinnin suunnitelmien suhteen ja rajoitetumman muokattavuutensa johdosta se voi tarjota etua yrityksen sisäisten suunnitelmien yhtenäistämisen kannalta. Näitä ominaisuuksia on tarkemmin avattu tulevissa luvuissa.

Ensimmäinen vaihe ohjelmiston käyttöönoton kannalta on ohjelmiston template-tiedostojen luonti sekä yrityskohtaisten parametrien määrittäminen. Näihin alkuvaiheen valmisteluihin tulisi kiinnittää erityistä huomiota Revit-ohjelmiston mahdollisen automatiikan johdosta. Tällöin vältetään samojen tietojen syöttö eri dokumentteihin sekä vastaavia käsityötä vaativia tehtäviä. MagiCAD tarjoaa tähän valmiiksi Suomen oloihin muokattua pohjaa, josta on hyvä lähteä luomaan omaa käyttäjäkohtaista pohjatiedostoa.

6.1 Käyttäjakohtaisen pohjatiedoston luonti (Project Template)

Projektin pohjatiedoston luonti kannattaa aloittaa MagiCADin tarjoaman pohjatiedoston pohjalta, sillä tähän valmiiseen projektipohjaan on jo luotu joitakin hyödyllisiä piirustus-, tulostus- ja näkymäpohjia sekä projektipuun rakennetta. Projektipohjan käyttöönotto

tapahtuu päävalikon kautta avaamalla kyseinen Revit Template -tiedosto (esim. FIN-MCREV-E-2015_04a_r2015.rte) (5, s. 14).

Pohjatiedostosta kannattaa tehdä kevyt, mutta monipuolinen, sillä näin varmistetaan nopea ja joustava käytettävyys. Hyödyllistä olisi sisällyttää projektipohjaan vain projektin aloittamiseen tarvittavat osa-alueet, kuten 3D-näkymät, kopioitavat esimerkkikappaleet suunnittelunäkymistä näkymäasetuksineen, järjestelmäkaaviopohja, luettelo-pohjat sekä tarvittavat perheet (Family), joita tarvitaan yleisesti kaikissa suunnittelu-kohteissa. Kaikki muu kannattaa sijoittaa erillisiin Revit-projekteihin (.rvt) tai perheisiin, joista voidaan tarpeen mukaan tuoda kohteessa tarvittavat osa-alueet. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi mahdollisesti tarvittaville mallipohjille ja projektista toiseen toistuville detaljeille voidaan luoda omat tiedostot, joista näitä voidaan lisätä uuteen projektiin. Näin vältetään luomasta liian raskasta projektipohjaa, mikä osaltaan myös nopeuttaa ohjelmiston käyttöä.

6.2 Kynäasetukset, ulkoasu sekä käytettävyys

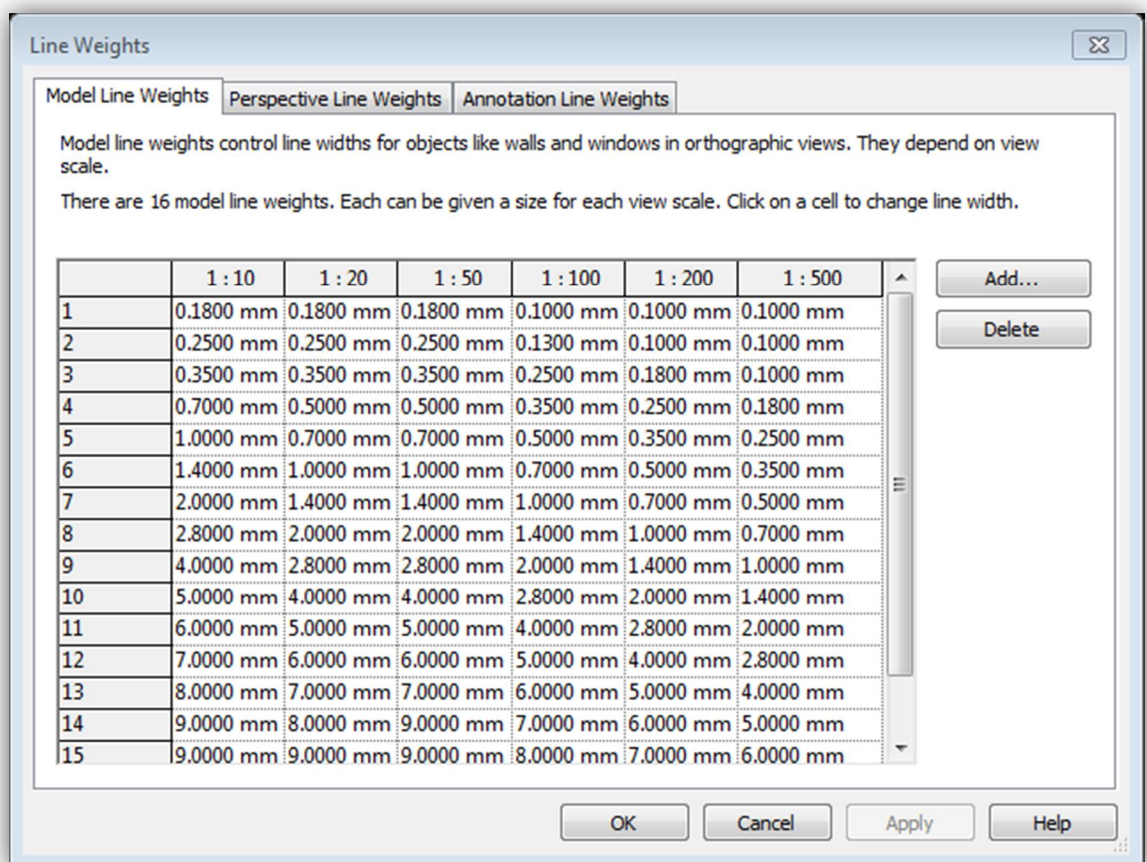
Suunnittelupohjan värin muokkaus

Mikäli halutaan käyttää AutoCAD-pohjaisten suunnitteluohjelmistojen totuttua mustaa taustaa tai mitä tahansa muun väristä taustaa, voidaan tämä asettaa grafiikka-asetuksista päävalikon alareunasta löytyvästä Asetukset-painikkeesta (Options).

Kynäasetukset

Olenneimpia ja ensimmäisiä muokattavia ominaisuuksia ovat AutoCAD-ohjelmistosta tutut kynäasetukset, jotka vaikuttavat merkittävästi piirustusten luettavuuteen ja luovat tutun suunnitteluympäristön. AutoCAD-ohjelmistosta poiketen Revit ei käytä väreihin pohjautuvaa viivanpaksuuden määrittystä vaan kaikki viivanpaksuudet, viivatyytit ja värit liittyvät suoraan eri objektityyleihin. Kaikki viivapaksuudet määritellään yhteen sisäiseen listaan, josta ne liitetään eri objektiperheisiin. Tällöin ei tarvita useaa erillistä kynätiedostoa eri mittakaavoille (esim. kerrostasojen mittakaavalle ja asemapiirustuksen mittakaavalle) (6). Nämä asetukset määritellään Manage-välilehden kautta löytyvästä Additional Settings -valikosta.

Ennen objektien viivapaksuuksien ja -tyylijen asetusta luodaan yrityksen tarpeen mukaiset projektien viivapaksuudet (kuva 7). Nämä kannattaa luoda vastaamaan yrityksen aiemmin käytössä olleiden tulostuspaksuuksien mukaisesti, jotta säilytetään suunnitelmien samankaltaisuus. Erilaisia muokattavia viivapaksuuksia on käytössä enimmillään 16 kappaletta verrattuna AutoCAD-ohjelmiston 255 väripohjaiseen viivatyyppiin. Tavanomaisesti 16 eri viivapaksuutta on hyvinkin riittävä määrä, sillä esimerkiksi sähkösuunnittelussa on tällä hetkellä vain muutamia erilaisia viivapaksuuksia asetettuna, eikä kaikkia välttämättä aina käytetä ollenkaan. Viivatyyppien eriyttäminen viivapaksuuksiin sekä väreihin selkeyttää ja yksinkertaistaa muokattavuutta.

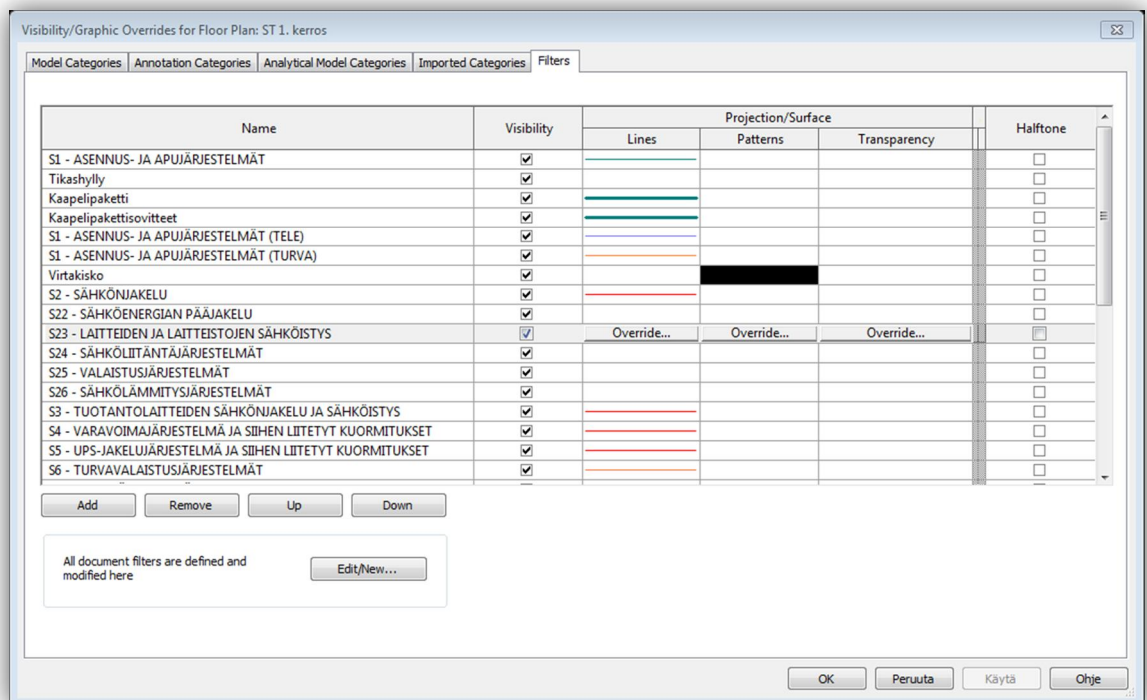


Kuva 7. Projektin viivapaksuudet

Mallin ja tekstien sekä mitoitusten viivapaksuudet ovat sähkösuunnittelussa olennaimmat. Mallin viivapaksuudet määräytyvät suunnitelman mittakaavan mukaan, mutta tekstien viivapaksuudet pysyvät tulostuessaan aina saman paksuisina riippumatta mittakaavasta.

Manage-välilehdeltä löytyvät objektityylit (Object Styles) vastaavat jossain määrin AutoCAD-ohjelmiston tasoja (Layer). Jokainen erilainen objekti määrittyy omaksi muokattavaksi tasokseen, jolle voidaan määrittää omat viivapaksuutensa, viivatyypinsä ja värinsä.

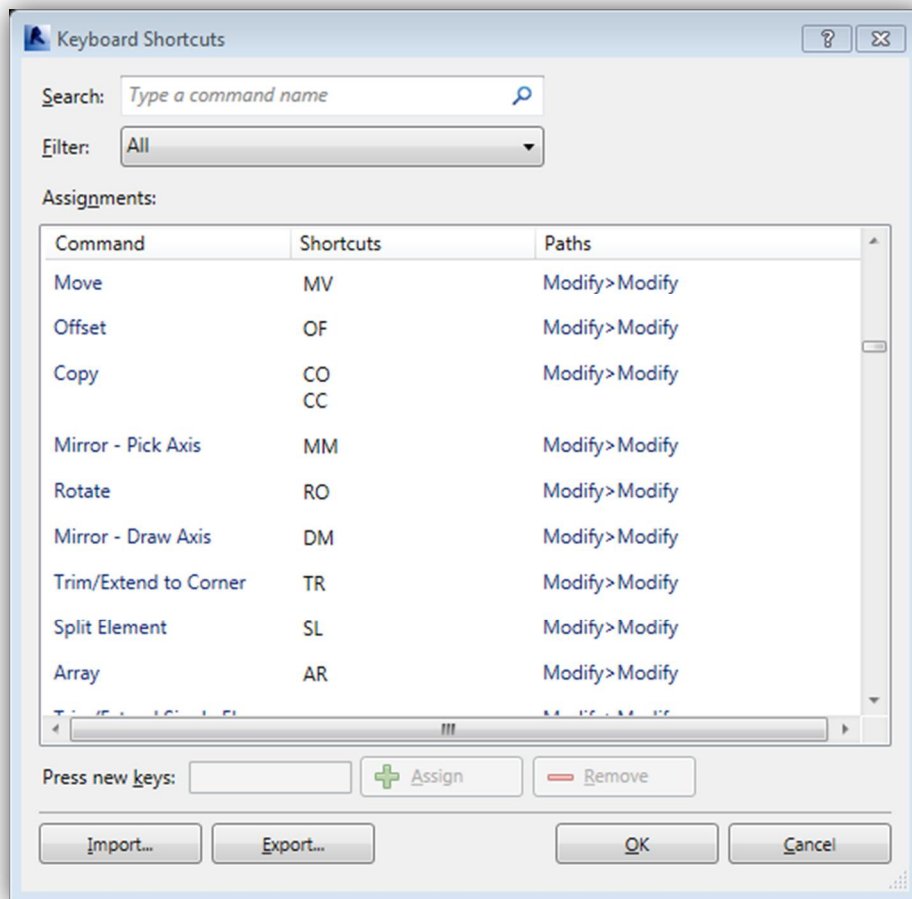
MagiCADin tarjoamassa projektipohjassa on asetettu kaikki objektien värit perusasetuksena mustaksi objektityyliä valikosta (Object Styles). Tämä on tehty siitä syystä, että MagiCAD on luonut näkymävalikkoon (Visibility/Graphics) omia suodattimiaan, jotka ovat erottelevampia kuin Revit-ohjelmiston omat objektityyliasetukset mahdollistavat (kuva 8). Tällöin pystytään asettamaan omat värinsä, viivapaksuutensa ja täyttökuvionsa erikseen esimerkiksi kaapelihyllyille sähkö-, tele- ja turvajärjestelmien osalta. Tämän takia on suositeltavaa, että kaikki käyttäjän haluamat muokkaukset näkymäasetuksiin tehdään näiden suodattimien avulla. Suodattimet ovat korkeimmat määrittelevät näkyyvyysasetukset. (6; 7.)



Kuva 8. Näkymävalikon suodattimet

Käytettävyys

Yksi merkittävistä eroavaisuuksista AutoCAD-ympäristöön on, että Revit-ohjelmisto ei pidä sisällään minkäänlaista komentoriviä. Tämän sijaan Revit käyttää huomautusriviä alapalkissa sekä pikakomentoja. Toiminnaltaan pikakomennot eivät lopulta juurikaan eroa AutoCAD-ohjelmiston komentorivin käytöstä. Pikakomennot voi luoda esimerkiksi AutoCAD-ohjelmiston komentojen mukaan. Pikakomennot voidaan myös jättää käyttäjien itse muokattaviksi omien tarpeidensa mukaisiksi. Pikakomentovalikko löytyy ohjelman päävalikon asetusten käyttöliittymävalikon kautta (User Interface). Valikosta voidaan hakukomennolla etsiä haluttuja komentoja. (kuva 9).



Kuva 9. Pikakomentovalikko

Pikakomennot koostuvat enimmillään viidestä kirjaimesta. Kirjaimen painamisen jälkeen suunnittelutilassa ilmestyy ohjelman alapalkkiin ohjeistus pikakomennon käytöstä. Kaikkia samoilla kirjaimilla alkavia pikakomentoja voidaan tämän jälkeen selata nuo-

linäppäimillä. Käytettävyyden kannalta on hyödyllistä karsia ylimääräisiä, suunnittelussa vähän käytettyjä komentoja pikakomentovalikosta käytön nopeuttamiseksi, sillä pikakomentoja voi olla valmiiksi määriteltynä satoja erilaisia.

Toinen käytettävyydeltään poikkeava piirre Revit-ohjelmistossa on, että suuri osa piirustusten muokkauksesta on pyritty siirtämään valikoiden ja ikkunoiden kautta tehtäviksi. Pääosin tekstejä pystytään muokkaamaan myös suoraan piirustuksista klikkaamalla, mutta mikäli pohjatyöt ohjelmiston käyttöliittymän muokkauksen osalta on hoidettu huolella, on jopa helpompaa ja nopeampaa suorittaa nämä toimenpiteet suoraan valikoista ja ennen kaikkea kyseessä olevan kohteen ominaisuusikkunasta (Properties). Tästä tapauskohtaisten ominaisuuksien ikkunasta pääsee myös suoraan muokkaamaan objektien tyyppiominaisuuksia. Nämä ovat asetuksia, joita muokkaamalla pystytään suoraan muokkaamaan kaikkia samaan perheeseen (Family) kuuluvia objekteja. Kumpaankin näistä ominaisuusvalikoista voidaan lisätä omia parametreja. Mikäli halutaan parametrin vaikuttavan vain valittuun objektiin, tulee tämä luoda tapauskohtaisena parametrina (Instance Parameter) ja mikäli sen halutaan vaikuttavan kaikkiin samanlaisiin objekteihin, luodaan se tyyppiparametrinä (Type Parameter).

6.3 AutoCAD-pohjaisten tietojen tuonti

Huolimatta siitä, että AutoCAD ja Revit ovat molemmat Autodeskin tuotteita, ovat ne täysin toisistaan riippumattomat ohjelmistot, joten ne eivät ole suoraan yhteensopivia. Käännettäessä AutoCAD-pohjaista suunnitelmaa Revit-ohjelmistoon, tulee ottaa huomioon, että CAD-ohjelmistojen käyttämät AEC-objektit (Architecture, Engineering and Construction), eli niin sanotusti älykkäät objektit, eivät todennäköisesti käänny oikein. Tuotaessa näitä objekteja Revit-ohjelmistoon tulee näistä pääasiallisesti tietosisällöttömiä blokkeja.

On pantava merkille, että Revit hyväksyy käytettäväksi ainoastaan standardeja TTF-fontteja (True Type Font), kuten Arial tai Calibri. Kääntöä helpottaa, mikäli jo AutoCAD-ohjelmiston puolella voidaan muuttaa fontit näiden vaatimusten mukaisiksi.

Mikäli tuotavassa AutoCAD-tiedostossa on referenssejä ja tällainen piirustus linkitetään Revit-projektiin, näkyvät linkitettäessä ainoastaan referenssit, jotka ovat Attached-muodossa. Overlay-muotoiset referenssit näkyvät ainoastaan DWG-tiedostoa tuodessa

(Import). Ennen kuin tuodaan DWG-tiedostoa Revit-ohjelmistoon, on suositeltavaa suorittaa seuraavat toimenpiteet AutoCAD-ohjelmistossa tälle DWG-tiedostolle:

1. Audit-komento, joka pyrkii korjaamaan löytämänsä virheet tiedostosta
2. Purge-komento. Mieluiten AutoCAD Vanillalla (ilman lisäosia), sillä näin voidaan saavuttaa jopa 50 %:n säästö tiedoston koossa. Tämä voidaan suorittaa komentorivillä seuraavasti: -Purge -> R -> * -> No -> Enter
3. Tallennus. Mieluiten AutoCAD Vanillalla.

On myös huomattu, että joissakin tapauksissa AutoCAD-ohjelmistossa käytetty Defpoint-taso tai tyhjän DWG-tiedoston tuonti voi kaataa Revit-ohjelmiston.

(8)

6.4 Template-tiedostot

Template-tiedostoilla tarkoitetaan valmiita pohjia, joita käytetään alustana uusien objektien, ulkoasujen sekä projektien luomisessa. Esimerkiksi uuden suunnitteluobjektin luomiseksi tulee valita pohja, joka vastaa luotavan tuotteen perusmäärittäjiä, jotka määrittelevät esimerkiksi onko objektilla liitoskohta sähkölle ja minkälaiseen pintaan objekti kiinnittyy (7). Pääasiassa ainoa välttämätön käyttäjän luotava Template-tiedosto on projektipohja, joka sisältää valmiin projektipuun ja tarvittavat lisämäärittäykset.

6.5 Parametrit

Revit sisältää kahdentyyppisiä parametreja: projektiparametreja sekä jaettuja parametreja, jotka jakautuvat vielä tapauskohtaisiin (Instance) parametreihin sekä tyyppikohtaisiin (Type) parametreihin (9). Näistä ensimmäiset ovat ainoastaan käytettävissä siinä projektissa, jossa ne luodaan. Jaetut parametrit sen sijaan tallentuvat Revitin luomaan tekstitiedostoon, josta niitä voidaan ladata mihin tahansa uuteen projektiin. Projektiparametreja kannattaa käyttää aina kun suunnittelija niille projektissa tuntee tarvetta, sillä

ne tulevat vain kyseisen projektin käyttöön ja ovat kevyempiä luoda kuin jaetut parametrit ja vaativat vähemmän varovaisuutta, kuten jäljempänä tässä luvussa on esitetty.

Projektin parametrien luominen ja yksilöiminen on merkittävä ja työläs prosessi ohjelmiston käyttöönotossa. Suuresta työmäärästä huolimatta yrityskohtaisten parametrien luominen on suuressa roolissa Revit-ohjelmiston käyttöönoton kannalta. Johtuen Revit-ohjelmiston tiedostorakenteesta, eli yhteen tiedostoon sisäisesti luotavasta projektipuusta, voidaan parametreja käyttää hyvinkin tehokkaasti, koska kaikki projektiin olennaisesti liittyvät tiedot ovat kokoajan käytössä ja koko projektin tietosisältöä voidaan käyttää hyödyksi. Pitkälle viedyn automatiikan ansiosta Revit-ohjelmisto tuo etua AutoCAD-suunnitteluun verrattuna, koska samojen mekaanisten toimintojen toistamista, kuten nimiöiden täydentämistä tai valaisinluettelon täyttämistä, saadaan vähennettyä.

Ensimmäisiä mahdollisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi projektin tulostusnäkyvien nimiön parametrien luominen ja niiden linkitys projektitietovalikkoon (kuva 10). Tällöin kaikkien nimiöiden projektiin liittyvät tiedot päivittyvät automaattisesti projektitiedoista.

Project Properties

Family: System Family: Project Information Load...

Type: Edit Type...


Instance Parameters - Control selected or to-be-created instance


Parameter	Value
Graphics ^	
MC_company_logo	
Identity Data ^	
Organization Name	
Organization Description	
Building Name	
Author	
Energy Analysis ^	
Energy Settings	Edit...
Other ^	
Project Issue Date	Date
Project Status	Status
Client Name	Owner
Project Address	Edit...
Project Name	AS OY KAUPUNGIN ESIMERKKIKOHDE
Project Number	8466
Kunnan osa	56
Kortteli	4576
Tontti	3

OK Cancel

Kuva 10. Projektitietovalikko

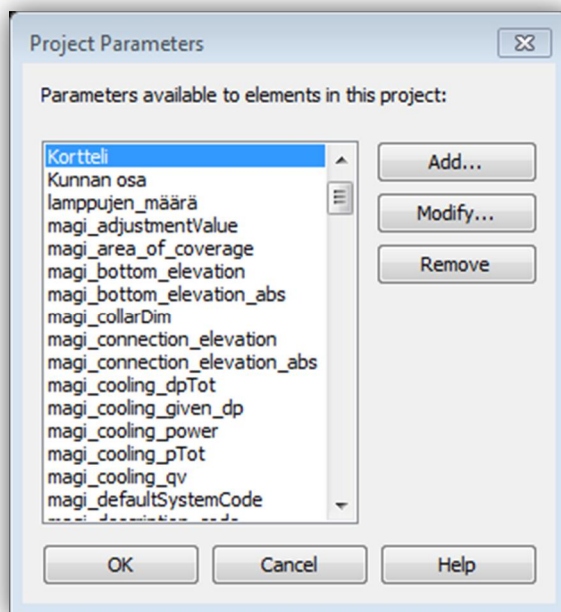
Näitä parametreja esimerkkityössä ovat muun muassa projektin nimi ja kohteen osoite-tiedot. Nimiöön on hyödyllistä lisätä parametrimuotoisina nimikkeinä (Label) myös ainakin piirustuksen numero, joka tuodaan suoraan näkymälehdän nimestä sekä piirustuksen sisältö. (kuva 11.) Jälkimmäinen kannattaa lisätä tapauskohtaisena parametrinä (Instance Parameter) tulostusnäkyymiin, jolloin sitä voidaan muokata jokaisessa tulostusnäkyymässä erikseen näkymän ominaisuudet (Properties) -ikkunasta.

 OPTIPLAN ASUMINEN MANNERHEIMINTIE 105, PL 48, 00281, HKI puh. 010 507 6000, fax 010 507 6100	Project Name			SÄH Drawing name		
	Address			Project No	Drawing No	Rev
	Kunnan osa	Kortteli	Etä	8466	H5001	
			LAMPPU		YHT	

 OPTIPLAN ASUMINEN MANNERHEIMINTIE 105, PL 48, 00281, HKI puh. 010 507 6000, fax 010 507 6100	AS OY KAUPUNGIN ESIMERKKIKOHDE			SÄH Valaisinluettelo		
	Address			Project No	Drawing No	Rev
	Kunnan osa	Kortteli	Etä	8466	H5001	
	56	4576	3			
			LAMPPU		YHT	

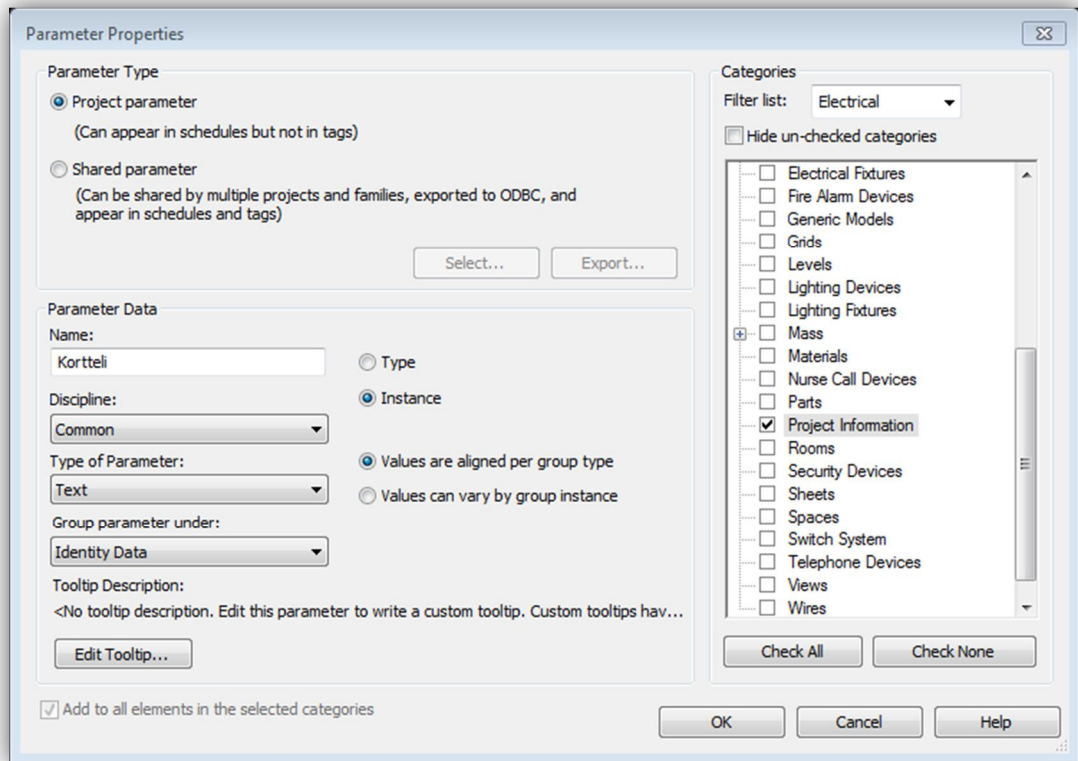
Kuva 11. Esimerkki projektiin lisättävien nimikkeiden automaattisesta täytöstä

Usein toistuvat parametrit, kuten nimiöiden parametrit, tulee luoda yhteisparametreina ja tarpeen mukaan jokaiselle suunnittelualalle erikseen, sillä tällöin ne ovat kaikkien käytettävissä yhdestä tietokannasta ja näin vältetään päällekkäiset parametrit projekteista. Samaan tarkoitukseen käytettävien päällekkäisten sekä mahdollisesti samoin nimettyjen parametrien luominen voi aiheuttaa parametrien toimimattomuuden. Projektissa käytettävät parametrit tulee niiden luomisen jälkeen tuoda projektin parametrivalikkoon (kuva 12).



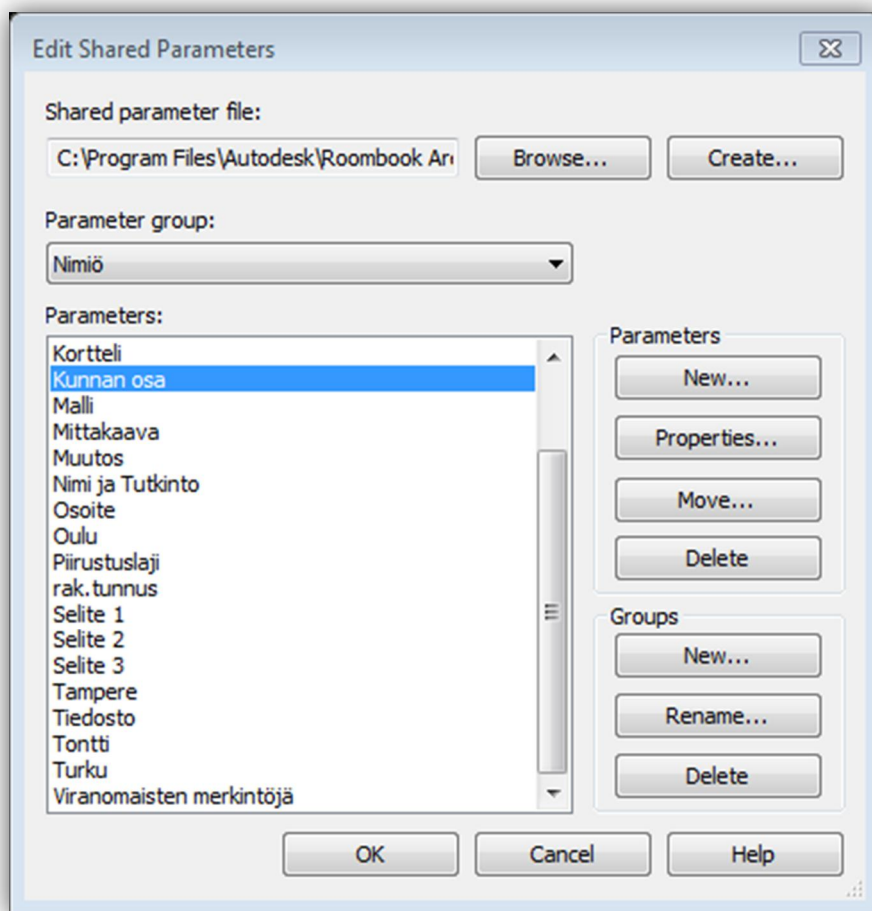
Kuva 12. Projektin parametrit

Parametrit voidaan luoda esimerkiksi kuvan 12 mukaisen valikon kautta lisäämällä. Parametrien ominaisuusikkunasta voidaan luoda uusia projektiparametreja sekä päästään muokkaamaan jaettuja parametreja (kuva 13). Tästä ikkunasta myös määrätään, missä kategorioissa nämä parametrit tulevat näkymään.



Kuva 13. Parametrien ominaisuusikkuna

Jaettu parametreja muokataan ainoastaan Revit-ohjelmiston kautta omasta valikkoikkunastaan, josta näitä pystytään myös hallinnoimaan (kuva 14).



Kuva 14. Jaettujen parametrien valikko

6.6 Tiedostorakenne

Revit-projektin sisäinen tiedostorakenne selkeyttää projektin tiedostojen hallintaa, sillä kaikki sisällytetyt tiedostot saadaan tarpeen mukaan muokattavasta ja jäseneltävästä projektiselainikkunasta (Project Browser).

6.6.1 Projektitiedostoon sisällytettävät dokumentit

Projektin sujuvuuden ja suunnittelijan vaivannäön vähentämiseksi tulee sisällyttää projektin pohjatiedostoon kaikki välttämättömät esimerkinäkymät jo valmiiksi, sillä ylimääräisten näkymien luominen vie aina ylimääräistä aikaa, joka voitaisiin käyttää projektin edistämiseen.

Seuraavana on eritelty, mitä projektiin liittyviä ja lopulta piirustusluetteloon päätyviä dokumentteja on mahdollista sisällyttää Revit-ohjelmiston sisälle yhteen projektitiedostoon sekä hieman perustietoa näistä dokumenteista.

Tasopiirustukset

Projektin pohjatiedostoon on hyvä luoda jo valmiiksi erilaisilla näkyvyysasetuksilla ja suodattimilla olevia suunnittelunäkymiä, jotta suunnittelu päästää aloittamaan välittömästi. Vähintäänkin tulisi luoda valmiita näkymäpohjia (View Template), jotka voidaan ottaa käyttöön uusia suunnittelunäkymiä luodessa. Lopulta suunnittelunäkymän tasopiirustukset liitetään tulostusnäkyymiin, joista saadaan luotua projektidokumentit tasopiirustusten osalta.

Kaaviot

Nousujohtokaavio ja järjestelmien periaatekaavioita voidaan luoda myös Revit-ympäristössä. Tämä on helpoin suorittaa luonnosnäkyymässä MagiCAD-ohjelmiston versiosta 2015.11 lähtien uuden työkalun johdosta. Näitä voidaan luoda myös selostenäkymässä, sillä siinä pystyy käyttämään Legend-komponentteja, jotka ovat projektioita projektin tuoteperheistä (Family). Näin ollen niiden asettaminen selostenäkymään ei vaikuta projektin määrälaskentaan tai muihin käytettäviin parametreihin. Toisin sanoen ne ovat projektista irrallisia tietosisällöttömiä kaksiulotteisia symboleja. Huomioitavaa on, että Legend-näkymässä voidaan piirtää kaapeloinnit ja tekstit ainoastaan detailjeina, joissa ei ole tietosisältöä.

Periaatekaavioiden luominen Revit-ohjelmistolla ei tällä hetkellä suoranaisesti eroa tai nopeuta työskentelyä verrattuna AutoCAD-ohjelmistoon, mutta näin saadaan myös periaatekaaviot sisällytettyä Revit-projektiin.

Pääkaaviot luodaan MagiCAD Electrical for Revit MEP -ympäristössä jokainen sivu omalle tulostusnäkyymälleen, mikä osaltaan sekoittaa Revit-ohjelmiston logiikkaa, sillä tämä vaikeuttaa esimerkiksi projektipuun rakenteen muokkausta, piirustusluettelon automatiikkaa, piirustusten nimeämistä sekä DWG-muotoon viemistä.

Piirustusluettelo

Piirustusluettelon luomiseen käytetään Revit-ohjelmiston taulukkotyökalua, joka etsii piirustukset suoraan projektipuun tulostusnäkyistä. Piirustusten nimeäminen tulee siis suorittaa tavalla, jolla ne halutaan piirustusluettelossa esittää.

Valaisinluettelo

Valaisinluettelo on mahdollista luoda projektitiedostoon sisällytettynä, mutta Revit-ohjelmiston rajoitetun muokattavuuden takia voi tämä aiheuttaa hankaluuksia, mikäli halutaan säilyttää yrityksen alkuperäinen ulkoasu valaisinluettelon suhteen. Yksi ongelma aiheutuu siitä, että sisäänrakennettu taulukko-ohjelmisto on vahvasti rajoitettu ja rajoitunut niin ulkoasun kuin muokattavuudenkin puolesta. Esimerkiksi valaisinluettelon absoluuttista leveyttä ei pystytä määrittämään, eikä sen rivejä pystytä kokonaisuutena juuri hallinnoimaan.

Detaljit

Sähkösuunnittelun kannalta detaljeiksi voidaan luokitella esimerkiksi sähköpisteluetelo selityksineen, joka liitetään tasopiirustuksissa tulostusikkunaan. Detaljeja tavanomaisesti luodaan joko yksityiskohta-, luonnos- tai selostenäkymään.

Tietokannat

Tietokannoilla tarkoitetaan esimerkiksi projektin tuotetiedot, symbolit ja määritykset sisältävää tietokantatiedostoa (Dataset) tai jaettujen parametrien tietokantaa. Nämä tietokannat ovat erillisiä tiedostoja, jotka haetaan projektin tarpeiden mukaan keskitystä ulkoisesta sijainnista.

Tulostuspohjat

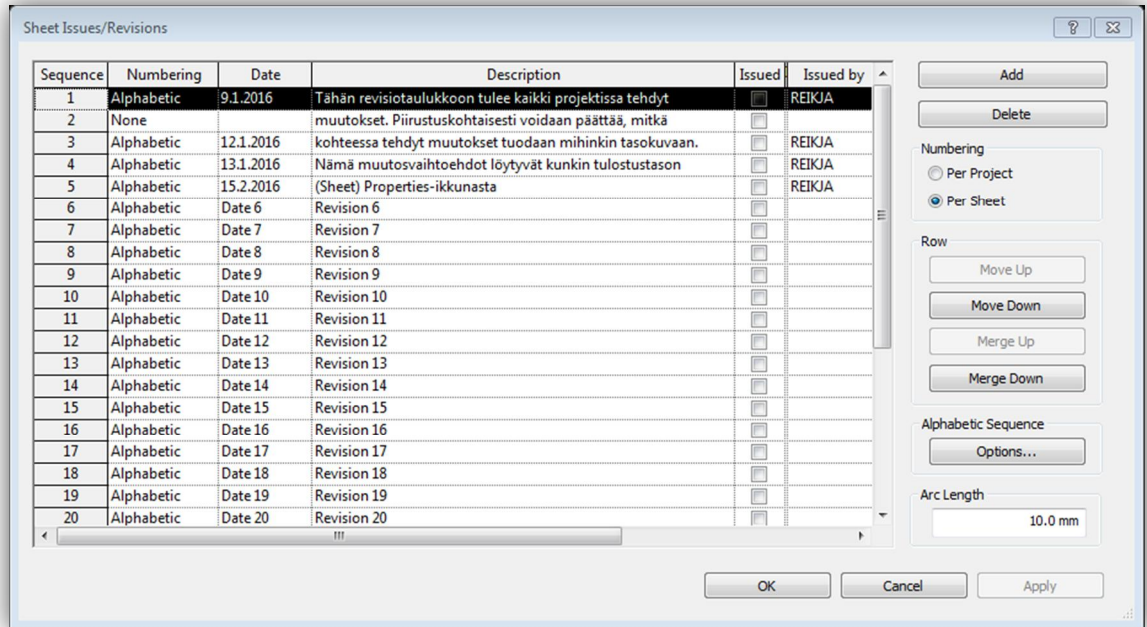
Tulostuspohjat tulee tehdä valmiiksi jokaiselle erityyppiselle tulostuspohjalle, jotta säilytetään parametrien tuomat edut piirustuksissa. Tällaisia erilaisia pohjia ovat esimerkiksi tasokuvien ja kaavioiden tulosteet, paikantamispiirustusten tulostuspohjat, asuntojen pistesijoituspohjat sekä mahdollisen valaisinluettelon tulostuspohja. Suositeltavaa on käydä kaikki mahdolliset vaadittavat pohjatyypit läpi jo heti käyttöönottovaiheessa,

jotta pystytään vähentämään minimiin kesken projektia vaadittavat muokkaukset. Näitä tuskin pystytään täysin välttämään, mutta kaikki tällaiset tarpeet voidaan myös myöhemmin sisällyttää optimoituihin tietokantoihin.

Tulostuspohjien luominen voidaan toteuttaa ainakin kahdella tavalla. Tulostusarkki (Title Block) on perhemuotoinen objekti, joka voidaan ladata projektiin. Käytännöllisin keino on luoda kooltaan muokattava perheobjekti, jolloin kaikki tulostusarkit voidaan pitää yhden perheobjektin sisällä omina tapauskohtaisina tyyppeinään. Tällöin olisi siis vain yksi nimiön sisältävä perhe, jonka raamit venyvät valinnan mukaisesti. Tällä keinolla saadaan tulostusnäkyvien luomisesta kevyttä ja yksinkertaista. Ainoa ongelma tällä keinolla luodussa tulostusarkkiperheessä ilmenee, mikäli halutaan käyttää tulostusarkeissa A4-kokoisia tai muita taittoviivoja. Taittoviivat pystytään luomaan arkin kokoon mukautuvasti täyttökuviona, mutta täyttökuvion origoa ei voida lukita raameihin, jolloin tulostusarkkia liikuteltaessa tulostusnäkyvässä viivat eivät pysy paikoillaan täyttökuvion sisällä. Tämä on mahdollista kiertää lukitsemalla (Pin) tulostusarkki valmiiseen tulostusnäkyväseen oikeaan kohtaan, jolloin sitä ei voida vahingossa liikutella.

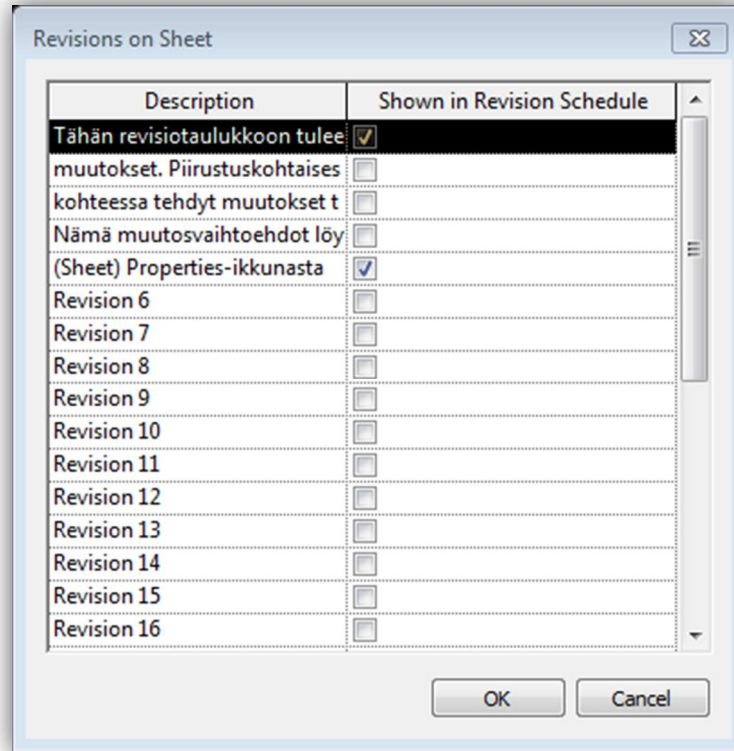
Toinen keino on luoda jokaiselle paperikoolle oma perheensä ja tuoda niitä yksitellen projektiin ja kokeilla, mikä niistä sopii rakennuksen lohkon kanssa yhteen. Tällöin tullaan todennäköisesti tuoduksi ylimääräisiä arkkeja projektiin paisuttaen näin projektitiedoston kokoa tarpeettomasti. Esimerkiksi kolme tai neljä yksittäistä tulostusarkkikokoa voivat lisätä projektitiedoston kokoa noin yhdellä megatavulla. Erillisinä perheinä nämä tulostusarkit listautuvat valikoissa omien perheidensä alle, jolloin joudutaan vaihtamaan perhe kokonaan toiseen sen sijaan, että mukautettaisiin jo olemassa oleva perheobjekti tähän käyttöön.

Tulostuspohjien nimiöihin liitettävälle muutostaulukolle on Revit-ohjelmistossa sisäinen muutostaulukko (kuva 15), jota hallinnoidaan Manage-välilehden kautta. Mikäli on tarpeellista luoda useamman rivin muutosselityksiä, voidaan tämä tehdä poistamalla numerointi käytöstä taulukossa.



Kuva 15. Revit-ohjelmiston muutostaulukko

Kaikki projektiin tulleet muutokset ovat samassa muutoslistauksessa, jolloin tulostusnäkymien ominaisuusikkunasta (Properties) ainoastaan lisätään haluttuun piirustukseen siihen kuuluvat muutokset (kuva 16). Tällöin saadaan yksi sisäisen taulukon muutostKirjaus lisättyä niin moneen piirustukseen kuin on tarpeellista.



B	15.2.2016	(Sheet) Properties-ikkunasta	REIKJA
A	9.1.2016	Tähän revisiotaulukkoon tulee kaikki projektissa tehdyt	REIKJA
MUUTOS	PVM	MUUTOKSEN KOHDE	NIMI

Kuva 16. Tulostuspohjan muutosvalikko sekä tulostuspohjan muutostaulukko

Revit automaattisesti järjestää muutokset piirustuskohtaisesti, jolloin säästetään paljon turhaa käsityötä.

Merkkien selitykset (pisteselitys)

Pisteselitystaulukon pystyy luomaan selostenäkymänä tasopiirustuksiin. Revit-ohjelmistossa selostenäkymään ei voida suoraan liittää suunnitteluobjekteja, joten projektissa käytetyt symbolit täytyy asettaa Legend-symbolieina. Johtoteitä, eli kaapelihyllyjä tai valaisinripustuskiskoja ei pystytä sellaisenaan tuomaan tähän näkymään, koska Revit suhtautuu niihin objektimuotoisina viivoina, jolloin ne perusmuodossaan ovat nol-

lan yksikön mittaisia, eli täysin olemattomia. Tämän rajallisuuden johdosta johtotiet joudutaan itse luomaan detalji-symboleina ja tuomaan tässä muodossa pisteselitystaulukkoon, mikäli tarpeellista.

MagiCAD tarjoaa myös oman työkalunsa pisteselityksien luomiseen, joka luo uuden selitystaulukon. Tähän taulukkoon voidaan oman valinnan mukaan tuoda esimerkiksi kaikkien projektissa käytettyjen objektityyppien Legend-symboli ja tuotetietokannasta löytyvä selite symbolille. Tätä luotua taulukkoa joudutaan todennäköisesti muokkaamaan luomisen jälkeen, mutta sillä on mahdollista luoda ainakin pohja pisteselityksille.

Yhtenäiset kaaviopohjat

Mikäli käytetään useassa kohteessa samanlaisia kaavioita, kuten piirustusluetteloon lisättäviä asennusdetaljeja tai vastaavia, kannattaa nämä tallentaa erilliseen Revit-tiedostoon esimerkiksi luonnosnäkymänä, josta ne voidaan tuoda viimeisteltäviksi työstettävään projektiin.

Yhteisparametrit

Yhteisparametrit sisältävät tietokannat tulee sijoittaa yleiseen sijaintiin, johon on pääsy koko yrityksen henkilökunnalla, mutta muokkausoikeudet kannattaa säilyttää vain ohjelmiston pääkäyttäjällä ja/tai ylläpidolla, sillä yhteisparametrit tulee aina luoda erikseen Revit-ohjelmiston kautta ja niiden poistamisen kanssa tulee käyttää riittävää harkintaa. Mikäli yhteisparametri poistetaan tietokannasta, poistuu se kaikista projekteista, eikä sitä saa enää tuotua takaisin, koska jokaisella yhteisparametrilla on oma tunnisteensa. Tällöin saman nimisen parametrin pystyy luomaan, mutta parametri ei ole sama kuin alkuperäinen, eivätkä vanhat nimikkeet (Label) enää toimi. Näin ollen on tärkeää myös luoda yhteisparametreista varmuuskopioita aina tietysin väliajoin. Yhteisparametreja voi käytöstä riippuen olla paljonkin, joten on hyvä luoda selkeyden vuoksi riittävä määrä teemojen mukaisesti jaoteltuja yhteisparametrien tietokantoja.

6.6.2 Kansiohierarkia

Projektien kansiohierarkia tulee Revit-projektissa eroamaan AuroCAD-projektin vastaavasta, sillä Revit-projektiin tullaan sisällyttämään paljon erillisiä dokumentteja, jotka AutoCAD-projektissa ovat olleet erillisiä DWG-tiedostoja ja taulukoita.

Ensinnäkin projektilla tulee olla projektin koordinointiin ja hallintaan liittyvä kansio suunnittelualojen kansioden lisäksi. Tähän kansioon tullaan luomaan projektin keskustiedosto. Kansioon voidaan tarpeen mukaan myös lisätä kyseisen projektin yleisiä tiedostoja, jotka riippuvat projektin luonteesta.

Jokaisella suunnittelualalla tulee olla oma kansionsa, joihin suunnittelijat tuovat kopion keskustiedostosta. Revit-projektin sisäisestä hierarkiasta johtuen ei tarvita erillisiä kansioita esimerkiksi vahvavirta- ja heikkovirtapiirustuksille tai keskuskaavioille. Tällöin voidaan luoda vain yleinen suunnittelukansio, johon voidaan jopa suoraan liittää suunnittelualan kopio keskustiedostosta. Tästä huolimatta tarvitaan yhä kansiot ainakin kaikille tekstipohjaisille tiedostoille, kuten työselostuksille, ja mahdollisille valaisimien tuotetietokorteille. Viitekuvana käytettävä arkkitehtipohja voidaan esimerkiksi pitää projektin koordinointiin varatussa kansiossa, mikäli myös arkkitehti käyttää Revit-ohjelmistoa.

7 Ohjelmiston käyttökokemukset

7.1 Ohjelmiston käyttö ilman mallinnusta

Kaksiulotteinen, ilman mallinnusta tehtävä suunnittelu pitää sisällään esimerkiksi tasojen ryhmityspiirustukset ja järjestelmien periaatekaaviot. Kuten AutoCAD-ympäristösäkin, voidaan objektien tietosisältö jättää täyttämättä, mutta Revit vaatii luotaville objekteille, kuten valaisimille, aina luotavan tuoteperheen nimen sekä kolmiulotteisen tuotteen. Tuoteperheen nimi voi olla mikä vain tuotetta kuvaava, mutta tulee huomioida, että Revit ei salli samalla tunnisteella olevia tuoteperheitä. Pääosin tietosisällöttömien objektien luonti tapahtuu samalla periaatteella kuin AutoCAD-ympäristössä. Ainoastaan valaisimet vaativat ylimääräistä vaivannäköä, koska kaikki valaisimien kaksiulotteiset symbolit ovat kolmiulotteisen tuotteen mittojen mukaan muokkautuvia. Mikäli ei haluta valita valaisimelle jo valmista kolmiulotteista tuotetta, voidaan käyttää MagiCAD-tuotetiedoista General-valikosta löytyvää koon puolesta muokattavaa Luminaire-Dummy-LF-tuotetta. Mikäli valitaan mitoiltaan muokattava tuote, voidaan tämän mittoja muokata tuotteen tyyppiparametreista (Type Parameter) sen jälkeen, kun tuote on sijoitettu suunnitelman tasoon. Tämän jälkeen luotavat samantyyppiset valaisimet saavat samat mitat kuin ensin muokattu valaisin.

Periaatekaavioita on mahdollista luoda Revit-ohjelmistolla Legend-työkaluilla, jolla pystytään luomaan kaksiulotteisia projektioita Revit-objekteista sekä luonnosnäkymässä, mutta tällöin täytyy luoda oma detaljikomponenttikirjasto käytettäville komponenteille. Ylimääräistä vaivannäköä aiheuttavat Revit-ohjelmiston käyttörajoitukset erilaisissa sisäisissä näkymissä. Revit ei esimerkiksi salli suunnitteluobjektien tai niin sanottujen älykkäiden objektien käyttöä selostenäkymässä tai luonnosnäkymässä, joten nousujohdotokaavio joudutaan vielä MagiCAD 2015.4 -versiossa luomaan käyttäen Legend-komponentteja, jotka ovat kaksiulotteisia projektioita projektissa käytetyistä objekteista, tai detaljikomponentteja.

Tasojen piirtäminen toimii monelta osalta samalla logiikalla kuin AutoCAD-pohjaisella suunnitteluohjelmalla. Tasopiirustuksissa MagiCAD on luonut erillisen objektiperheen kaapelihyllyn päälle piirrettävälle kaapelipaketille, johon voidaan sähköryhmyksiä tehdessä liittää sähkösyöttöjä, jolloin kaapelipaketti kerää kaapeleiden tiedot. Tällöin pystytään kaapelipaketista suoraan selvittämään, kuinka paljon kaapeleita hyllyillä kulkee sekä mikä on kyseisen kaapeliniipun halkaisija sekä paino. Tätä ennen ryhmälle tulee määrittää Revit-pohjainen ryhmän järjestysluku valitsemalla ryhmään kuuluvat sähkökomponentit ja liittämällä ne johonkin olemassa olevaan keskukseen Revit-työkalulla. Tällöin ryhmät pystytään myös lisäämään keskuskaavioon MagiCAD-työkalulla. Näin ryhmät ovat suoraan liitoksissa keskuksessa olevaan ryhmään. Tämän ominaisuuden pystyy myös sivuuttamaan, mutta oletuksena johdotuksia piirrettäessä johdon päättäminen ja ryhmämerkin luonti vaatii ensin vapaan johdotuksen piirtoa sekä kaapelipakettiin liittämiskomennon. Kaapelipakettiin liittäminen on vaihtoehtoista vaikka komento tuleekin suorittaa.

Ryhmiin liittämisen ja linkittämisen suoraan tasokuvista keskuskaavioihin on hieman päällekkäisyyksiä Revit-ohjelmiston oman automatiikan sekä MagiCAD-työkalujen välillä. Revit esimerkiksi luo oman keskuskaavionsa (Panel Schedule), johon keskukseen liitetyt ryhmät päivittyvät automaattisesti, mutta taulukko on heikosti muokattavissa erilaisiin tarpeisiin. MagiCAD on luonut oman keskuskaaviotyökalunsa, johon uudet ryhmät päivittyvät automaattisesti valittuun keskukseen, mutta ryhmän sijoittelu keskuskaavioon vaatii pientä käsityötä.

Johtojen piirtäminen eroaa hieman AutoCAD-suunnittelusta ja vaikuttaa hieman kankeammalta. Esimerkiksi johdotusta piirrettäessä joudutaan vaihtamaan piirron aikana MagiCAD-valintaikkunasta johdotusta aloitettaessa objektiin pakotettu johdotus, jota ei

voi piirtää vapaasti. Mikäli halutaan mutkitella johdolla tai pyritään luomaan ryhmämerkintää, tulee valita vapaa johdotus. Ennen kuin ryhmämerkintä saadaan luotua, tulee vielä valita johdotuksen liittämiseksi kaapelipakettiin tarkoitettu piirtotoiminto. Lisäksi ryhmämerkintä pystytään MagiCADin versiossa 2015.4 piirtämään ainoastaan pysty- ja vaakasuoraan, mikä voi tuottaa ongelmia paljon merkintöjä sisältävissä ahtaissa tiloissa.

7.2 Ohjelmiston käyttö 3D-suunnittelussa ja tietomallintamisessa

Revit-ohjelmisto on vahvasti tietomallipainotteisesti ja kolmiulotteisesti rakennettu, joten tässä tehtävässä ohjelmisto suoriutuu paremmin kuin puhtaassa kaksiulotteisessa suunnittelussa. Revit-ohjelmistolla pystytään luomaan suunnittelusta yhtenäistä kolmiulotteista mallia, josta myös pystytään suorittamaan törmäystarkastelua. Toisaalta Revit-mallia IFC 2x3 -muotoon käännettäessä menetetään paljon parametrimuotoista tietoa (10).

7.2.1 Määräluettelointi

Revit-ohjelmisto mahdollistaa reaaliaikaisten määräluetteloiden ylläpidon sisäisesti luotavilla taulukoillaan (Schedule). Myös ST-kortiston kortin ST 13.80 ohjeistama massalaskenta on mahdollista automatisoida ja liittää tulostettaviin tasoihin, jolloin määrät ja muut tarvittavat tiedot pystytään pitämään ajantasaisina pääasiallisesti ilman käyttäjän omaa vaivannäköä. Ainoastaan tuotteiden symbolit joudutaan tuomaan omana selostenäkymänä tulostusnäkykseen liitetyn taulukon eteen ja järjestelemään pisteet taulukon mukaisesti paikoilleen.

Jotta taulukkoon saadaan tuotua vain kyseessä olevan tulosteen pisteet, tulee jokaisesta saman kerrostason lohkoista luoda oma Analyze-välilehdeltä löytyvä vyöhykkeensä (Zone). Tällöin pisteiden määrät voidaan suodattaa taulukossa koskemaan vain tietyn vyöhykkeen pisteitä. Mikäli vaaditaan myös johtoteiden pituudet ja määrät sekä nousujohtojen pituudet ja tyypit nousujohtokaavioon, voidaan näitä varten luoda omat taulukonsa.

Johtoteiden massalaskentaa varten tulee johtoteille asettaa suunnitteluvaiheessa johtoteiden pituudet valmistajan standardimittojen mukaisesti, jolloin Revit osaa katkoa

johtotiet asianmukaisesti ja lisätä tarvittavat liitoskappaleet. Kannattimien lisääminen voidaan tehdä parametrimuotoisena johtoteiden pituuksien suhteessa, mutta tällöin kannattimet ovat ainoastaan taulukossa arvioituina määrinä. Tähän on myös lisäosia, joilla voidaan määrittää myös esimerkiksi kannattimien etäisyys liitoskohdista ja saada näistä myös kolmiulotteiset mallit törmäystarkastelua ja tilavaroja varten.

Nousujohtojen automaattista laskentaa varten tulee keskuksat liittää sitä syöttävälle keskukselle menevään kaapelipakettiin ja luoda nousujohtojen tiedoille oma taulukonsa liitettäväksi nousujohtokaavioon. Vaihtoehtoisesti voidaan nämä myös laskea käsin suunnitelmista.

7.2.2 Valaistuvoimakkuuden arvioiminen

Revit-ohjelmistolla on mahdollista itsenäisesti arvioida rakennukseen luotujen tilojen keskimääräisiä valaistusvoimakkuuksia. Tämän ominaisuuden käyttämiseksi tulee valaisimien tietosisältö olla riittävä valaistusteknisten tietojen osalta. Tämä käytännössä tarkoittaa, että luotuihin valaisimiin tulee tuoda valaisimelle soveltuva valonjakotiedosto IES-muodossa (International Engineering Society). Tämä tiedostomuoto on yksi yleisesti käytetyistä valonjakotiedostoista Pohjois-Amerikassa sekä Euroopassa ja sitä määrittää standardi ANSI/IES LM-63-02. Toinen pääosin Euroopassa käytetty tiedostomuoto on Eulumdat eli LDT-tiedosto. Tälle tiedostolle ei ole voimassaolevaa standardia (11). Näitä tiedostomuotoja voidaan kääntää muodosta toiseen asianomaisella ohjelmistolla. On suositeltavaa luoda keskitetyt kansiorakenteet valonjakotiedostoille jo ohjelmiston käyttöönottovaiheessa, jotta säästetään suunnittelijoiden aikaa tosiasialliseen suunnitteluun.

7.3 Suunnitelmien julkaisu MagiCAD Electrical for Revit -ohjelmistolla

7.3.1 Paperitulosteet

Revit-ohjelmistolla tulostaminen tulee olemaan erilaista verrattuna AutoCAD-ohjelmistoon. Tämä johtuu siitä, että Revit-ohjelmistoon ei ole erillisiä piirturiasetuksia sisältäviä tiedostoja (Plotter). Revit käyttää suoraan käyttöjärjestelmän tulostinasetuksia. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi tulostusarkin kokoa ja suuntaa ei pystytä hakemaan suoraan tulostusnäkyvästä.

Käytännöllisin keino tulostamiseen Revit-ohjelmistossa on viedä (Export) tulostusnäkyvät DWF-tiedostoksi. Tällöin pystytään automaattisesti määrittämään tulostusarkkien koot tulostusnäkymistä. Tämä toiminto luo halutun paketin projektin dokumenteista ja erillistä Autodesk-ohjelmistovalmistajan ilmaiseksi tarjoamaa ohjelmaa käyttäen nämä voidaan tulostaa PDF-muotoon tai käyttää sellaisenaan riippuen käyttötarkoituksesta.

7.3.2 DWG-tiedostojen julkaisu

Kohteissa, joissa luovutuspiirustusten teko on annettu suunnittelutoimiston ulkopuoliselle toimijalle tai arkkitehti tarvitsee sähkösuunnitelmia referenssiksi esimerkiksi alakattokuvien luomiseen, vaaditaan myös suunnitelmien DWG-tiedostojen julkaisua. Tämä on mahdollista Revit-ohjelmiston Export-toiminnolla. Käyttötarkoituksen mukaan arvioidaan minkä muotoinen piirustus lähetetään, sillä Revit luo käännettävän tiedoston sellaisenaan kuin se Revit-ohjelmistossa näkyy, eli DWG-tiedostoon tulee vain näkyvässä näkyvä osa, jolloin näkyvässä rajattujen alueiden ulkopuoliset asiat eivät käänny DWG-tiedostoon. Jokainen näkymä luodaan omaksi DWG-tiedostokseen. Mikäli halutaan myös nimiö ja muut julkaisuun vaadittavat osa-alueet AutoCAD-ohjelmistolla muokattavaksi, tulee tämä käänös tehdä tulostusnäkyvästä. Vietäessä Revit-ohjelmiston tulostusnäkyviä DWG-muotoon siirtyvät ne DWG-tiedoston tulostustilaan ja mikäli tuodaan suunnittelunäkymää, se siirtyy mallitilan puolelle. Tulostusnäkyvän objekteja voidaan toisaalta myös AutoCAD-ohjelmistossa siirtää mallitilan puolelle komentamalla CHSPACE, mikäli tämä nähdään tarpeelliseksi.

Koska MagiCAD Electrical -ohjelmiston versiossa 2015.4 keskusten pääkaavioiden sivut ovat jokainen oma tulostusnäkyvänsä, on näiden vieminen DWG-muotoon hie- man haasteellisempaa. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi luomalla uusi tulostusnäkyvä, johon liitetään tietyn keskuksen pääkaaviosivujen sisältö ja käännetään tämä DWG-muotoon. Toisaalta tällä tavalla käännetty pääkaaviotiedosto ei ole kovinkaan paljon muokattavissa ja menettää älykkyytensä, koska koko MagiCAD Electrical for Revit MEP -ohjelmiston luoma rakenne muotoutuu DWG-muodossa blokeiksi ja tekstiksi.

7.4 Ohjelmiston yhteiskäyttö

Revit mahdollistaa usean käyttäjän samanaikaisen työskentelyn yhden keskitetyn projektin parissa. Periaatteessa on mahdollista, että koko projektille on käytössä vain yksi keskitetty projektitiedosto (Central File), jota käyttää omassa rajatussa työtilassaan (Workset) eri osa-alueiden suunnittelijat. Työtiloja voi luoda niin monta kuin nähdään tarpeelliseksi.

8 Yhteenveto

MagiCAD Electrical for Revit MEP mahdollistaa syvällisemmän ja laajemman tietosisällön sähkösuunnittelussa, ja tietomallinnuksen aikaa vieviä toimintoja voidaan helpottaa parametrisen automatiikan ansiosta. Tietomallinnuksen kannalta Revit on kehittyneempi kuin AutoCAD, mutta perussuunnittelun kannalta Revit on yhä hieman ongelmallinen, ja suunnitelmien jakaminen muiden projektiin liittyvien tahojen kanssa on hankalaa esimerkiksi monesti vaadittavien DWG-muotoisten suunnitelmien luomisen kannalta.

Sisäisten rajoitteidensa takia Revit MEP vaatii paljon työtä yrityskohtaiseen optimointiin, ja kaikesta ei välttämättä saada luotua juuri sellaista, mitä halutaan. Näiden kompromissien jälkeenkin MagiCAD Electrical for Revit MEP on tietomallinnuksessa tehokkaampi kuin AutoCAD.

Projektiikäytäntöjen kannalta Revit MEP on myös hieman vaativa, sillä suurempaa etua saadakseen tulisi projektin luonteen olla juuri tarkoituksenmukainen Revit-suunnitteluun. Tämä tarkoittaa, että ainakin arkkitehdillä ja talotekniikan suunnittelijoilla tulisi olla Revit suunnitteluohjelmanaan, jotta voitaisiin hyödyntää ohjelmiston mahdollisuuksia riittävästi. Lisäksi tämä vaatisi, että Revit-tiedostojen DWG-muotoon kääntämisen tarve olisi mahdollisimman pieni, jotta vältytään aikaa vieviltä muokkauksilta ja ongelmien kiertämiseltä esimerkiksi pääkaavioiden suhteen.

Yksi rajoite on myös yleisesti tietomallin perusmuotona käytetty IFC-pohjainen tietomalli, sillä Revit-ohjelmiston laajaa tietosisältöä ei saada ainakaan nykyisellään hyödynnettyä kokonaisuudessaan Revit-projektia IFC-muotoon käännettäessä. Toisaalta myös tietomallinnuksen perusvaatimukset ovat hyvinkin vaatimattomat sähkösuunnit-

telun kannalta, kuten liite 1 antaa ilmi, jolloin hyvin laajasta tietosisällöstä tulee kilpailuetu ainoastaan, mikäli tilaaja vaatii tavanomaista tarkempaa tietomallinnusta tai tietomallivaatimuksia tiukennetaan entisestään. Lisäksi on todennäköistä, että Revit-suunnittelusta saadaan asuntorakentamista huomattavasti suurempi hyöty suurilla ja vaativilla kohteilla suunniteltaessa.

MagiCAD Electrical sekä Revit MEP ovat suomalaisiin käytäntöihin nähden vielä kehitystarpeessa, mutta kehitystyötä tehdään ja Revit-ohjelmistossa on vahvaa potentiaalia. Nykyisellään ohjelmiston käyttö toisaalta tulee todennäköisesti vielä jäämään marginaaliseksi ja tulevaisuuden kehityksen seuraamiseksi, osittain johtuen hitaasti muuttuvista projekti- ja sopimuskäytännöistä sekä ohjelmiston omista kehittymistarpeista ja vaatimuksista.

Tietomallisisältöä tullaan tulevaisuudessa vaatimaan enemmän, jolloin myös sen luomisen automatisoinnille tulee olemaan kasvavaa tarvetta. Tästä on esimerkkinä sähkö-tietokortiston kortin ST 13.80 vaatimukset tasopiirustuskohtaisiin määräluettelointeihin, jota ei tällä hetkellä ole vielä vaadittu sähkösuunnittelussa. Näin ollen on olennaista pyrkiä pysymään ajan tasalla alaan liittyvien ohjelmistojenkin kehityksessä.

Lähteet

- 1 Tietoa Optiplanista. 2015. Verkkoaineisto. Optiplan Oy. <<http://www.optiplan.fi/>>. Luettu 7.7.2015.
- 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. Helsinki: Rakennustieto.
- 4 Tietomallinnuskysely 2016. 2016. Optiplan Oy.
- 5 Koulutusmateriaali, MagiCAD Electrical for Revit MEP versio 2015.4. 20.5.2015. Progman Oy.
- 6 CM1847: Migrating AutoCAD Standards to Autodesk Revit. 2012. Verkkoaineisto. Autodesk University. <<http://au.autodesk.com/>>. Luettu 12.12.2015
- 7 Revit-ohjelmiston ohje, Revit 2015 help. 2015. Autodesk Inc..
- 8 AC6541: Advanced Techniques for Importing CAD Drawings into Revit Projects. 2014. Verkkoaineisto. Autodesk University. <<http://au.autodesk.com/>>. Luettu 16.12.2015
- 9 MP6600: Autodesk Revit Parameters: Much More Than Flexible Families. 2012. Verkkoaineisto. Autodesk University. <<http://au.autodesk.com/>>. Luettu 20.12.2015
- 10 SD6060: Autodesk Revit 2015, IFC Technical Overview. 2014. Verkkoaineisto. Autodesk University. <<http://au.autodesk.com/>>. Luettu 18.12.2015
- 11 Photometric & Optical Testing, Talking Photometry: Understanding Photometric Data Formats. Verkkoaineisto. <<http://www.photometrictesting.co.uk>>. Luettu 22.3.2016.

Taloteknisen tietomallin mallinnettavat komponentit, tietosisältö ja geometrian tarkkuustaso suunnitteluvaiheittain

Komponentti / tehtävä	Yleissuunnittelu				Toteutus suunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja järjestelmien osalta
Sähkötekniikka								
Muuntajat	x	x			x	x		Tunnus, esim. T1
Kojeistot	x	x			x	x		Tunnus, esim. SJK1
Pääkeskukset	x	x			x	x		Tunnus, esim. PK1
Virtakiskot					x	x		Koko
Kompensointiparistot	x	x			x	x		Tunnus, esim. Q1
Akustot	x	x			x	x		Tunnus, esim. AK
Jakokeskukset	x	x	Pääjakelun osalta		x	x		Tunnus, esim. JK1
Ristikytentäelineet	x	x			x	x		Tunnus, esim. RKT1
Telejärjestelmien keskuslaitteet	x	x			x	x		Tunnus, esim. KJ
Turvajärjestelmien keskuslaitteet	x	x			x	x		Tunnus, esim. PIK
Kaapelihyllyt ja ripustuskiskot	x	x	Pääreitien osalta		x	x		Koko, tyyppi (tikas-/levyhyllä). 2D-piirustuksissa absoluuttinen korkoasema mittaviivassa (alareuna)
Johtokourut	x	x	Pääreitien osalta		x	x		Koko
Lattikanavat ja -rasiat	x	x	Pääreitien osalta		x	x		Koko
Pystynousut			ks. Tekstin kohta 4, tilavaraukset		x	x		Koko
Kannatukset ja ripustukset							Esitetään 2D-leikkauksissa	LVI-suunnittelija koordinoi TATE-leikkaukset
Valaisimet	x		Mallihuoneissa BIM		x	x		Positio
Poistumisvalaisimet					x	x		Positio
Vara- ja turvavalaisimet					x	x		Positio
Kytkimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. 6-kytkin
Pistorasiat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. Maadoitettu pistorasia 2-os.
Liike- ja läsnäolotunnistimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Tunnus, esim. PIR
Turvakytkimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, esim. Turvakytkin
Jako- ja kytkentärasiat					x			
Kaiuttimet			Mallihuoneissa BIM		x	x		Laitetyyppi
Kamerat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Paloilmaisimet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, osoite
Palopainikkeet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, osoite
Merkinantokojeet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Muut telejärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Muut turvajärjestelmien anturit ja käyttölaitteet			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi
Telepistorasiat			Mallihuoneissa BIM		x		Mallihuoneissa BIM	Laitetyyppi, tunnus/osoite
Nousujohdot			Pääjakelun osalta, kaavioesitys				Esitetään minimissään kaaviossa	
Telerunkojohdot			Pääreitit, kaavioesitys				Esitetään minimissään kaaviossa	
Sähköpisteiden kaapelointi					x			

Taloteknisen tietomallin mallinnettavat komponentit, tietosisältö ja geometrian tarkkuustaso suunnitteluvaiheittain

Komponentti / tehtävä	Yleisuunnittelu				Toteutussuunnittelu			
	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö	2D	BIM	Geometrian tarkkuustaso	Tietosisältö pääverkostojen ja -järjestelmien osalta
Telepisteiden kaapelointi					x		Tähtimäiset verkot kaaviossa	
Turvajärjestelmien kaapelointi					x		Tähtimäiset verkot kaaviossa	
Käyttäjän aktiivilaitteet							Ei suunnittelun piirissä, huomioidaan liittynöissä	
Sähköurakan ulkopuoliset laitteet, kuten esim. oviohjauskeskukset					x	x		Laitetyyppi
Rakennusautomaatio								
RAU-keskukset	x	x			x	x		Tunnus, esim. VAK1
Anturit tiloissa näkyvillä					x		Mallihuoneissa BIM	Tunnus, esim. TE1
Anturit TATE-verkostoissa, ei näkyvillä					x			Tunnus, esim. TE1
Säätölaite- ja muut kotelot					x		Mallihuoneissa BIM	Tunnus, esim. TC1
Toimilaitteet					x			Tunnus, esim. FG1

Taulukon "2D" merkitsee seuraavaa:

- kaavioissa esitetään periaatteet halutuille toiminnallisuuksille
- tasokuvissa esitetään komponentin sijoitus
- symbolitasoinen esitys on hyväksytty

Taulukon "BIM" merkitsee seuraavaa:

- käytetään ensisijaisesti sovellusohjelmakirjaston 3D-komponentteja, IFC-yhteensopivina
- IFC-mallien tietosisältö minimissään taulukon mukainen