



TUTKIMUS IFC-STANDARDIN MUKAISESTA SÄHKÖKOMPONENTTIEN TIEDONSIIRROSTA TEKLA STRUCTURES- JA REVIT-OHJELMISTOJEN VÄLILLÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Henri Holappa			
Työn nimi Tutkimus IFC-standardin mukaisesta sähkökomponenttien tiedonsiirrosta Tekla Structures- ja Revit -ohjelmistojen välillä			
Päiväys	21.5.2014	Sivumäärä/Liitteet	72/5
Ohjaaja(t) lehtori Viljo Kuusela , lehtori Heikki Laininen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu			
<p>Tiivistelmä</p> <p>IFC (Industry Foundation Classes) on tiedonsiirtostandardi, jota käytetään ohjelmistojen välillä. IFC-tiedonsiirtoa käytetään tietomallipohjaisessa rakennusten suunnittelussa. Perusajatuksena on, että tietomallissa olevaa tietoa siirretään ohjelmistoista riippumattomasti. Monet ohjelmistot eivät vielä tue IFC-standardia, vaan monien ohjelmien tiedonsiirroissa on vielä kehitettävää.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kahden erilaisen elementtisuunnittelussa käytettävän ohjelman välistä IFC-tiedonsiirtoa. Työssä tutkittiin mitä komponentteja voidaan siirtää ohjelmien välillä sekä mitä tietoa näihin komponentteihin voitaisiin sisällyttää. Lisäksi työssä oli tarkoituksena selvittää elementtikohteessa sähkösuunnittelussa tarvittavia piirustuksia, komponentteja sekä standardeja.</p> <p>Elementtisuunnittelun sähkösuunnitelmissa käytetään yleisesti sovittuja piirustus- ja suunnittelusääntöjä. Erillisiä standardeja ei ole tehty, vaan on sovittu, että käytetään vuonna 1997 laadittuja suosituksia.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin tietoa siitä, minkälaista IFC-tietoa voidaan lähettää <i>Tekla Structures ja Autodesk Revit</i> -ohjelmistojen välillä. <i>Revitissä</i> käytettiin myös <i>MagiCAD</i>-liitännäistä, joka todettiin opinnäytetyössä myös erinomaiseksi työkaluksi kun halutaan siirtää sähkökomponentteja IFC:hen. Lisäksi saatiin selville, että elementti kohteiden sähkösuunnitelmissa käytetään edelleen vuonna 1997 laadittuja suosituksia ja näitä sovelletaan myös 3D-mallintamisessa.</p>			
Avainsanat MagiCad, Revit, Tekla, IFC, BIM			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Henri Holappa			
Title of Thesis A Research of IFC Data Transfer on Electrical Components between Tekla Structures and Revit Software			
Date	21 May 2014	Pages/Appendices	72/5
Supervisor(s) Mr. Viljo Kuusela, Lecturer, Mr. Heikki Laininen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>IFC (Industry Foundation Classes) data transfer is used in particular in data modelling of the building design. The basic idea is to move the product model data independently from the software. IFC has become common data transfer standard, but it is still far from being compatible with all programs and the data transfer still needs to be improved.</p> <p>The purpose of this thesis was to examine IFC data transfer between two different element planning software; what components can be transferred between these programs and to study what information could be included in these components. The research was also to find out necessary drawings, components and standards that are needed in the element electrical planning.</p> <p>Generally agreed drawing and planning rules are used in element electrical planning. Separate standards have not been done, but it is agreed that recommendations developed in 1997 are used.</p> <p>The result of the thesis showed what kind of IFC data can be moved between the <i>Tekla Structures</i> and <i>Autodesk Revit</i> software. <i>MaciCAD</i> plug-in was also used in <i>Revit</i> and in this thesis it was discovered to be an excellent tool when electrical components are transferred to IFC. Furthermore, it was discovered that recommendations formulated in 1997 are still used in element electrical planning and they are also implemented in 3D modeling.</p>			
<p>Keywords MagiCad, Revit, Tekla, IFC, BIM</p>			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Savonia-ammattikorkeakoululle. Työn aiheena oli *Tekla Structures* ja *Autodesk Revit* -ohjelmistojen välisen IFC-tiedonsiirron tutkiminen. Aihe on ajankohtainen, koska tutkimuksia ja testauksia ohjelmien kesken ei ole juurikaan tehty. Lisäksi IFC-tietomalli on ajankohtainen asia rakennesuunnittelussa ja sitä käytetään nykyisin monissa suunnittelutoimistoissa. Aiheen sain lehtori Viljo Kuuselta vuoden 2014 vaihteessa. Tutkimustyö aloitettiin talvella 2014 ja saatiin päätökseen keväällä 2014.

Haluan kiittää Viljo Kuusela mielenkiintoisesta opinnäytetyönaiheesta sekä ohjeistuksesta.

Kuopiossa 21.5.2014

Henri Holappa

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	8
2	TIETOKONEAVUSTEINEN SUUNNITTELU.....	9
2.1	CAD-suunnittelun historia	9
2.2	Nykytilanne	9
2.3	Tulevaisuus	9
3	TIETOMALLIT	10
3.1	Yleistä tietomallista	10
3.2	Tietomallivaatimusten päätavoitteet	10
3.3	Vaatimukset sähkö- ja telesuunnittelun järjestelmämallissa	11
3.3.1	Sähkönjakelu	11
3.3.2	Keskukset.....	11
3.3.3	Johtotiet.....	12
3.3.4	Valaisimet.....	13
3.3.5	Asennuskalusteet	14
3.3.6	Turvajärjestelmät.....	14
3.4	Tietomallin tiedonsiirto	16
3.4.1	IFC yleisesti	16
3.4.2	IFC:n historia.....	17
3.5	Tietomallintamisen ja CAD-suunnittelun erot	18
4	RAKENNUS- JA SÄHKÖSUUNNITTELUOHJELMAT	21
4.1	Autodesk Revit 2014	21
4.2	MagiCAD	22
4.3	Tekla	24
4.3.1	Tekla Structures.....	24
4.3.2	Tekla BIMsight.....	24
5	AUTODESK REVIT -OHJELMISTON IFC-TOIMINTOJEN TESTAUS	25
5.1	IFC-tiedoston tuominen <i>Revit</i> -ohjelmaan.....	26

5.2	IFC-tiedoston vieminen <i>Revit</i> -ohjelmasta.....	29
5.3	<i>Import from Tekla</i> -liitännäinen	31
5.4	<i>Tekla Structuresissa</i> laaditun tiedoston avaaminen <i>Revit</i> -ohjelmistossa	32
5.5	<i>MagiCAD</i> -lisäosan käyttäminen <i>Revit</i> -ohjelmistossa.....	35
5.6	<i>IFC-export MagiCAD</i> -liitännäinen	42
5.7	IFC-tiedonsiirto usealla komponentilla	47
5.8	IFC-parametrien tarkastaminen	50
5.9	Yhteenveto IFC-työkaluista.....	53
6	RAKENNUSKOHTIEN ELEMENTTIEN SÄHKÖSUUNNITTELU.....	54
6.1	Elementtipiirustuksien suunnittelu	54
6.2	Reikäpiirustusmerkinnät	55
6.3	Elementtipiirustusmerkinnät	56
6.4	<i>Tekla Structures</i> -ohjelmiston sisältämät elementtien sähkösuunnittelukomponentit.....	60
7	TULOKSET JA POHDINNAT	63
	LÄHTEET	65
	LIITE 1: TEKLA LIITÄNNÄISEN ASENNUS- JA KÄYTTÖOHJEET	67
	LIITE 2: TUOTEKORTTI	69
	LIITE 3: LISTA IFC:TÄ TUKEVISTA OHJELMISTOISTA	70
	LIITE 4: TIETOMALLIN TARKASTUSLOMAKE	71
	LIITE 5: TALOTEKNISEN TIETOMALLIN MALLINNETTAVAT SÄHKÖKOMONENTIT	72

LYHENTEET JA MÄÄRITTEET

2D	Kaksiulotteinen digitaalinen malli
3D	Kolmiulotteinen digitaalinen malli
4D	3D+aika eli sisällytetään 3D-malliin aikatieto. Aikatiedolla kerrotaan, milloin rakennusosat asennetaan ja voidaan simuloida rakennusvaiheiden etenemisen ajassa (VTT 2009.)
AutoCAD	Yleiskäyttöinen tietokoneavusteinen 2D- ja 3D-suunnitteluohjelma
BIM	Building Information Model, rakennuksen tietomalli, joka on rakennuksen ja rakennusprosessin kokonaisuus koko sen elinkaaren aikaisista tiedoista
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
Custom component	Tekla Structuresissa oleva toiminnallisuus omien komponenttien tekoon (BEC2012.)
IAI	Industry Alliance for Interoperability, kansainvälinen organisaatio, joka ylläpitää tiedonsiirtostandardi IFC:tä
IFC	Industry Foundation Classes, kansainvälinen tiedonsiirtostandardi, jota käytetään rakennesuunnittelussa ja perusajateuksena on, että tietoa siirretään ohjelmistoista riippumattomasti
LVIS	Lämpö-, vesi-, ilma- ja sähkötekniikka
MagiCAD	AutoCADin päällä toimiva 2D- ja 3D-suunnitteluohjelma, jolla voi tehdä LVI- ja sähkösuunnitelmat
Revit	Autodeskin rakennussuunnitteluohjelmisto, joka sisältää työkalut mm. arkkitehtisuunnitteluun, sähköjärjestelmiin, putkituksiin ja rakenteiden teknisiin suunnitteluihin
Tekla Structures	Rakennesuunnitteluohjelmisto, jolla saadaan aikaan IFC-standardin mukainen rakennuksen rakenteiden tietomalli
Tekla BIMSight	Ilmainen ohjelmisto tietomallien tarkasteluun

1 JOHDANTO

Kun isot yhteiset tietomallit yleistyvät, on eri ohjelmistojen välillä oltava hyvä yhteinen tiedostoformaatti. Tieto on saatava siirrettyä esimerkiksi arkkitehdiltä sähkösuunnittelijalle ja sähkösuunnittelijalta LVI-suunnittelijalle. Tätä varten on kehitetty IFC (Industry Foundation Classes), joka on tietomallitiedon yhteiskäyttöstandardi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kahden rakennusalan suunnitteluohjelmiston välistä IFC-standardin mukaista tiedonsiirtoa. Työssä tarkastellaan *Trimblen Tekla Structures* - ja *Autodeskin Revit* -ohjelmistoja.

Työssä tutkitaan *Tekla Structures* -ohjelmistolle saatavilla olevia sähkökomponentteja ja niiden puutteita. Ei ole ollut tarkkaa käsitystä ohjelmistojen välisen tietomallitiedon siirtymisestä IFC-formaatissa ohjelmasta toiseen, joten tutkimuksessa selvitetään myös, mitä komponentteja voidaan ottaa vastaan ja mitä voidaan lähettää.

Työssä on tarkoitus tutkia *Tekla Structures* -ohjelmistosta IFC-formaattiin tallennetun elementtitalon mallitiedon siirtoa *Autodesk Revit* -ohjelmistoon. IFC-tiedosto avataan *Autodesk Revit* -ohjelmistolla, jolla siihen laaditaan sähkösuunnitelmat. Suunnitelmat tulee täyttää myös elementtisähkösuunnitelmien yleiset tietomallivaatimukset.

Revitin mallinnuksen jälkeen tehdystä mallista tallennetaan IFC-formaatin mukainen tietomalli, joka luetaan sisään *Tekla Structures* -ohjelmistoon, jossa tutkitaan, onko mallista siirtynyt kaikki tarpeellinen ja haluttu tieto vahingoittumattomana IFC-malliin.

Tässä opinnäytetyössä *Tekla Structures* -ohjelmiston tilalla käyteään 3D-mallien tutkimiseen Teklan omaa *Tekla BIMsight* -ohjelmistoa. *Tekla BIMsight* on työkalu rakennusalan projektiyhteistyöhön. Ohjelman avulla kaikki osapuolet rakennusprojektissa voivat yhdistää mallinsa, jakaa yhdessä tietojaan ohjelman kommentointiominaisuuden avulla sekä tehdä törmäystarkastelut ja nähdä rakennuksen virheet ennen rakentamista.

Tämä tutkimus on perusselvitys hankkeelle, jossa on keskitytään tarkemmin sähkösuunnitelmien ja -komponenttien laatimiseen *Tekla Structures* -ohjelmistolla.

2 TIETOKONEAVUSTEINEN SUUNNITTELU

2.1 CAD-suunnittelun historia

Ivan Sutherland käytti vuonna 1960 TX-2-tietokonetta maailman ensimmäiseen CAD-projektiin, mistä sähköisessä muodossa tehtävien suunnittelujen historia katsotaan alkaneen. Tietokoneavusteinen suunnittelu saavutti suuren suosion vasta vuonna 1982, kun Autodesk Inc. julkaisi *AutoCAD*-ohjelmistonsa ensimmäisen version (Kuitunen 2007.) Joki-Korpela (2001) arvioi vuonna 2001, että yli 95 % insinööritoimistoista oli siirtynyt tuolloin tietokoneavusteiseen suunnitteluun (Joki-Korpela 2001).

2.2 Nykytilanne

Jo 2000-luvun alusta perinteinen 2D-piirustuksien CAD-piirtäminen oli lähes täysin väistynyt kolmiulotteisten mallien yleistyessä. Nykyisin monet rakennusalan tilaajat, kiinteistöomistajat ja rakennusliikkeet ovat siirtyneet 3D-aikaan ja vaativat IFC-standardin mukaisia tietomalleja projekteihinsa (Kuitunen 2007.) IFC-standardista on kerrottu lisää opinnäytetyön luvussa 3.4.

2.3 Tulevaisuus

Tulevaisuudessa suunnitteluprosessi muuttuu tietomallinnuksen ja ohjelmien välisen tiedonsiirron parantuessa. Nykyään on ongelmia eri suunnitteluohjelmistojen tietomallien siirtämisessä toiseen suunnitteluohjelmistoon, mutta näiden ongelmien ratkaisemiseksi on perustettu työryhmiä, jotka pyrkivät parantamaan eri ohjelmistojen välistä tiedonsiirtoa.

Ajatuksena on, että mallia voitaisiin päivittää ja hyödyntää rakennuksen koko elinkaaren ajan sen suunnitteluvaiheesta purkuvaiheeseen. Tulevaisuudessa olisi kenties mahdollista katsoa älypuhelimella, tabletilla tai muulla kannettavalla laitteella seuraavat työvaiheet ja siihen liittyvät laatu- ja turvallisuusvaatimukset sekä hinnoitella työurakka ja ilmoittaa toteutuneet työntekijätunnit.

3 TIETOMALLIT

3.1 Yleistä tietomallista

BIM:llä (Building Information Model) tarkoitetaan rakennuksen tietomallia, joka on rakennuksen ja rakennusprosessin kokonaisuus koko sen elinkaaren aikaisista tiedoista. Rakennuksen tietomalli on 3D-malli rakennuksesta, jolle on voitu antaa todellisia teknisiä tietoja esim. valmistajasta, tuotetunnisteista, pintakäsittelyistä, fyysisistä mitoista, materiaaleista ja sähköteknisistä tiedoista. (Kuitunen 2007 ; VTT 2009.)

Tietomallipohjainen tiedonhallinta liittyy yhteen rakennushankkeessa tarvittavat tiedot suunnittelusta, tuotevalmistuksesta, rakentamisesta ja rakennuksen käytöstä sekä sen ylläpidosta. Tietomalliin siirryttäessä suunnittelu muuttuu perinteisestä viivapiirtämisestä 3D-suunnitteluksi. Tietomallintamisessa voidaan kytkeä mallin rakennusosiin työjärjestykset sekä aikataulut, jolloin puhutaan 4D-suunnittelusta. (VTT 2009.)

3.2 Tietomallivaatimusten päätavoitteet

BuildingSMARTin mukaan rakennusten tietomallinnuksessa tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukainen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Laadittuja tietomalleja hyödynnettäisiin koko kohteena olevan rakennuksen elinkaaren ajan lähtien suunnittelusta aina rakennuksen käyttöön. (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.)

Tietomalli mahdollistaa mm. suunnitelmien ja rakennuksien analysoimisen, investointipäätöksien tuen ratkaisujen toimivuutta vertailemalla, laajuutta ja kustannuksia sekä laadun varmistuksen, tiedonsiirron parantamisen ja suunnitteluprosessin tehostaminen (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012).

Malleille ja mallien hyödyntämiseksi on asettava hankekohtaiset painopistealueet ja tavoitteet, jotta voidaan taata mallinnuksen onnistuminen. Mallinnuksen tavoitteena on mm. sitouttaa osapuolet hankkeen tavoitteisiin mallien avulla, havainnollistaa suunnitteluratkaisuja, auttaa suunnittelua ja niiden yhteensovittamista, varmistaa ja nostaa rakennusprosessin ja lopputuotteen laatua sekä parantaa turvallisuutta rakentamisen aikana ja elinkaarella. (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.)

3.3 Vaatimukset sähkö- ja telesuunnittelun järjestelmämallissa

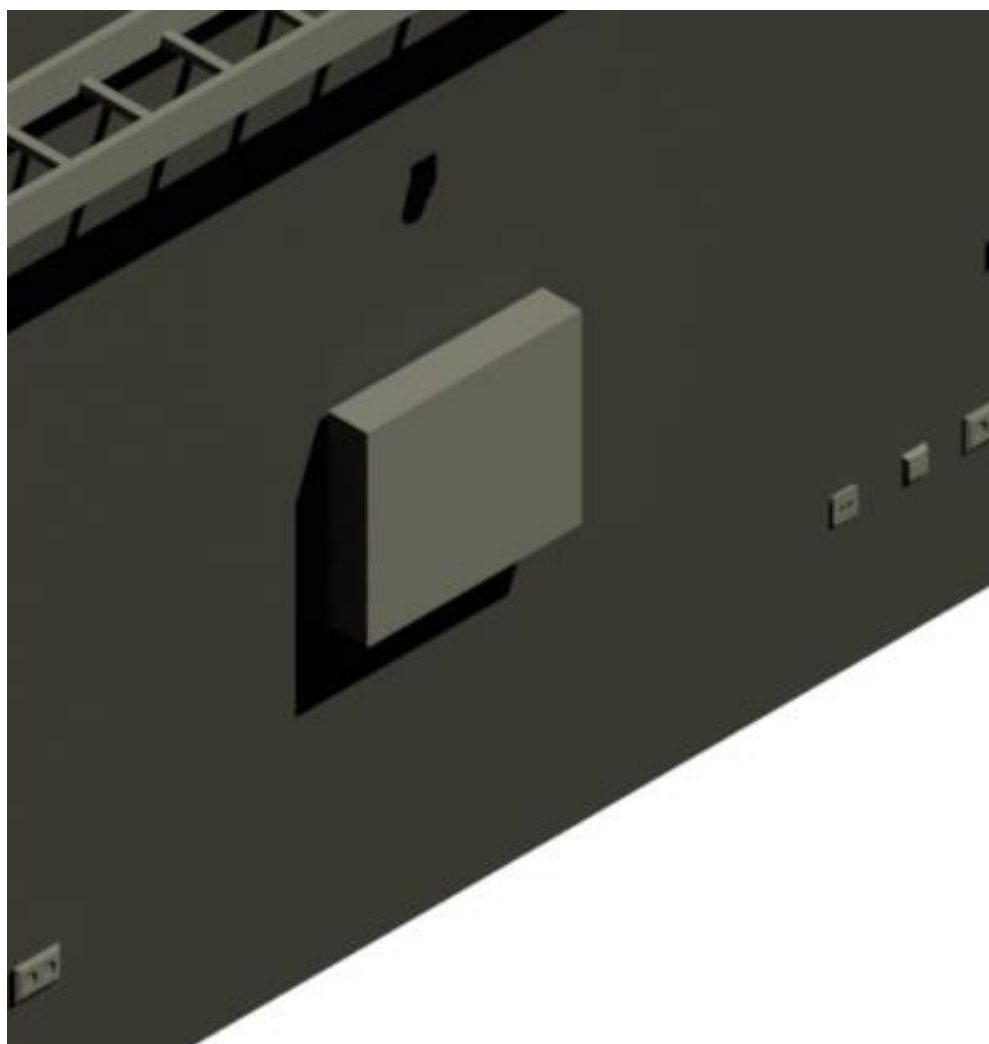
Yleisesti ottaen sähkösuunnittelijan on määriteltävä tietomallin avulla tiloihin vaikuttaville sähkö-, puhelin- ja tietoliikennejärjestelmien osille ja komponenteille tilavaraukset. Lisäksi sähkösuunnittelijan mallia tulee voida käyttää määrälaskennassa ja suunnitelmien yhteensovittamisessa. Tietomalliin suunnittelussa on lopuksi tehtävä tarkastuspöytäkirja (liite 4), jossa tarkastetaan, täyttääkö sähkösuunnittelijan tekemä tietomalli vaatimukset. Liitteessä 5 on määritelty yksityiskohtaisesti, mitä sähkötekniikan osalta pitää mallintaa tietomalliin. (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.)

3.3.1 Sähkönjakelu

Sähkönjakelun vaatimuksena on kytkinlaitoksien, muuntajien, pääkeskuksien, virtakiskosten ja näihin verrattavien laitteistojen mallintaminen vähintään vastaamaan oikeita tai suunnittelijan arvioimia mittoja vastaavalla yksinkertaisella 3D-objektilla. Jos käytössä on valmistajan toimittamat 3D-objektit, käytetään niitä suunnitteluohjelmiston sallimissa puitteissa. (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.)

3.3.2 Keskuksien

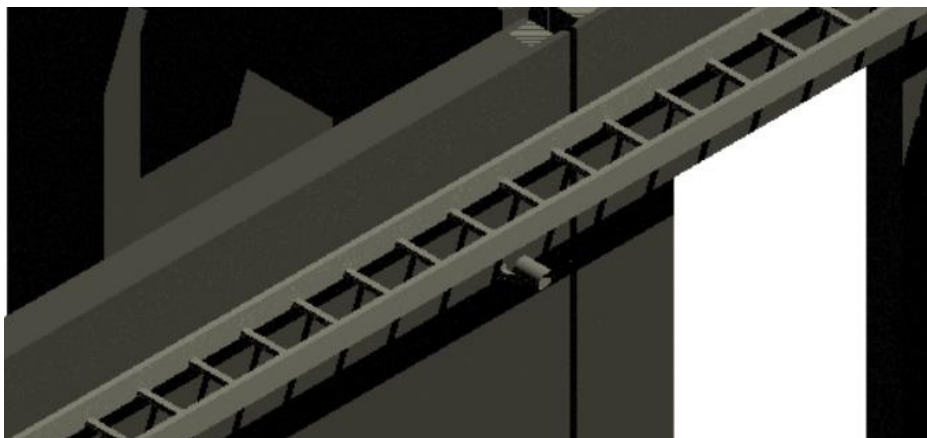
Keskuksien vaatimuksena on jako- ja ryhmäkeskuksien, ristikytkentäkaappien ja näihin verrattavien laitteistojen mallintaminen vähintään vastaamaan oikeita tai suunnittelijan arvioimia mittoja vastaavalla yksinkertaisella 3D-objektilla, kuten kuvassa 1 on esitelty. (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.)



KUVA 1. Yksinkertaistettu ryhmäkeskus (Holappa 2014.)

3.3.3 Johtotiet

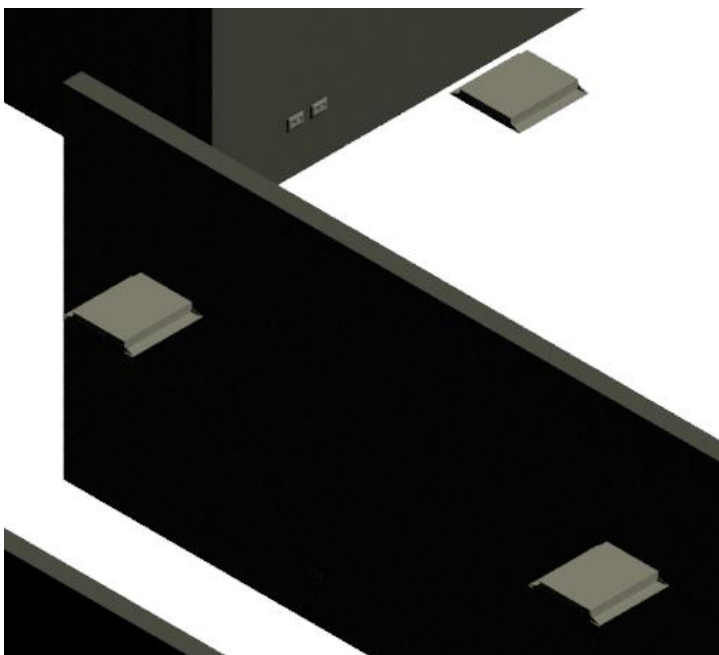
Johtoteiden vaatimuksena on kaapelihyllyjen, ripustuskiskojen, johtokourujen ja lattiakanavien mallintaminen niiden todellista kokoa vastaavien mittojen mukaisilla objekteilla. Kuitenkaan kannakkeita ei tarvitse mallintaa. Kuvassa 2 esimerkki tikashyllystä. (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.)



KUVA 2. Kaapelihylly 3D-objektina todellisilla mitoilla (Holappa 2014.)

3.3.4 Valaisimet

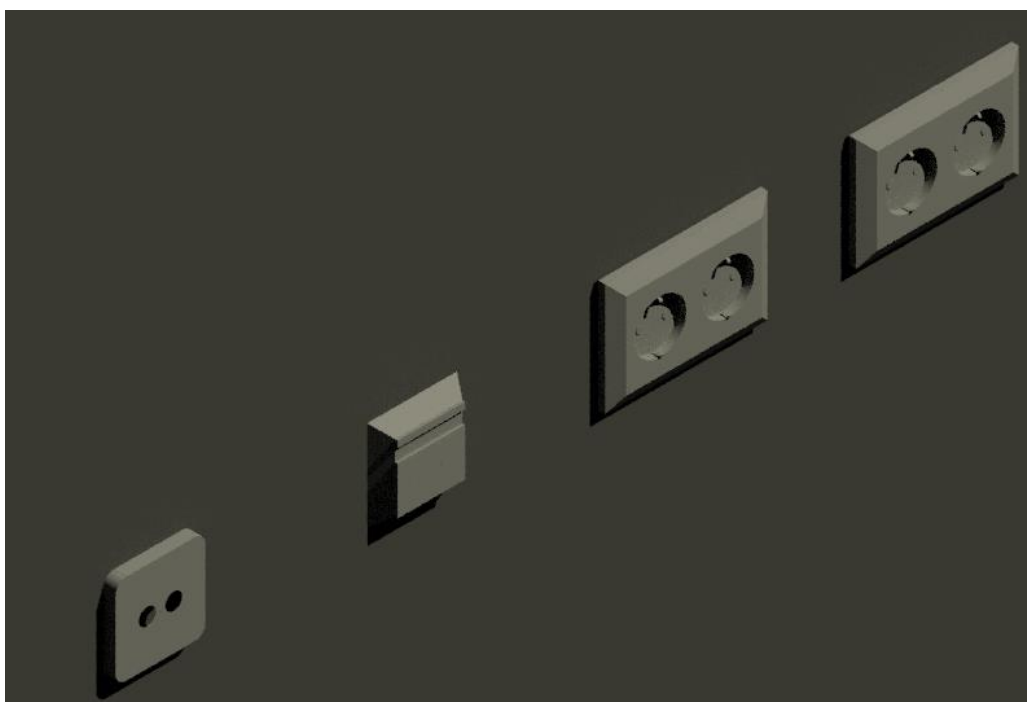
Valaisinten mallinnuksen vaatimuksena on, että valaisin mallinnetaan ensisijaisesti käyttäen sovellusohjelman tarjoamaa objektikirjastoa. Kuvassa 3 on käytetty *MagiCADistä* löytyvää valaista-objektia. Mikäli haluttua objektia ei löydy, käytetään objektia vastaavien mittojen mukaista valaisintyyppiä tai 3D-objektia. Lisäksi, jos ohjelmistossa on käytössä valaisinvalmistajien objektikirjastoja, käytetään valitun valaisimen oikeannäköistä 3D-objektia. (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.)



KUVA 3. Valaisimet mallinnetaan vastaavilla mitoilla tai objektikirjastosta löytyvillä objekteilla (Holappa 2014.)

3.3.5 Asennuskalusteet

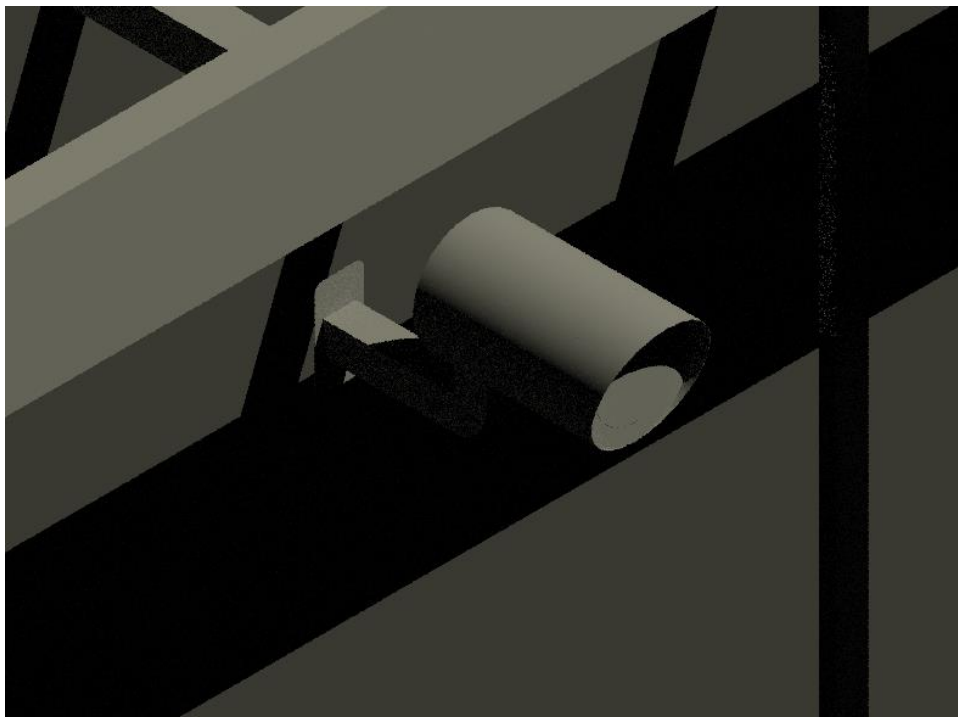
Yleisten tietomallivaatimusten mukaan: Asennuskalusteita eli kytkimiä, pistorasioita, telerasioita ja muita vähää tilaa vaativien komponenttien 3D-geometriaa ei vaadita mallinnettavaksi muuta kuin erikseen sovitussa mallissa. Asennuskaapeleiden ja -putkien kohdalla ei myöskään vaadita mallinnettavaksi 3D-geometriaa, ellei ole annettu erillistä projektikohtaista toimeksiantoa. Asennuskalusteita ei huomioida törmäystarkastelussa (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.) Kuvassa 4 on mallinnettu erilaisia rasioita seinälle.



KUVA 4. Asennuskalusteet voidaan mallintaa 3D-geometriaa käyttäen (Holappa 2014.)

3.3.6 Turvajärjestelmät

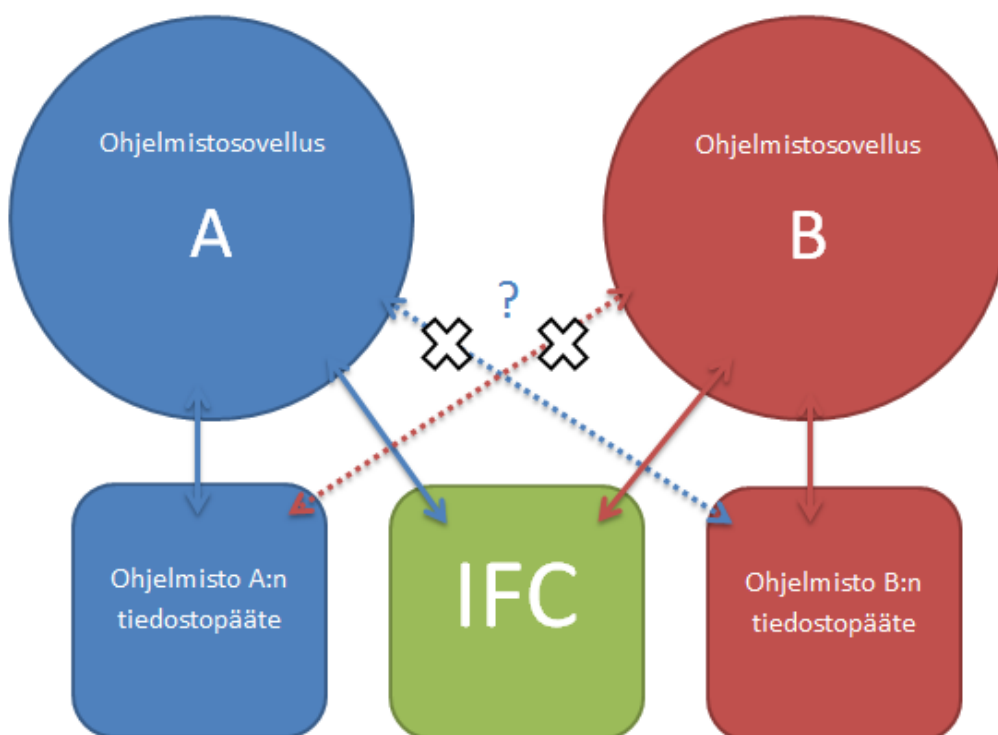
Yleisten tietomallivaatimusten mukaan: Turvajärjestelmät on mallinnettava omaan malliinsa ja turva- ja valvontajärjestelmien IFC-tiedostot pidetään erillään muista järjestelmistä. Kaikesta siihen koskevien tietojen ja tiedostojen suojaamisesta ja julkaisemisesta päättää tilaaja, koska kyseessä on turvajärjestelmä. Näihin tietoihin on pääsy ainoastaan erikseen nimetyillä henkilöillä, eikä järjestelmiin liittyviä tietoja saa siirtää suojaamattomia yhteisiä käyttäen. Tilaajan tulee toimittaa hankekohtainen turvallisuusliite, jossa selvennetään turvallisuusluokiteltujen projektien tietomallien käsittelyä (Insinööritoimisto Olof Granlund Oy 2012.) Kuvassa 5 on valvontakamerasta 3D-objekti, mikä löytyy valmiina objektina *MagiCADin* -objektikirjastosta.



KUVA 5. Turvajärjestelmistä löytyy myös valmiita 3D-objekteja. Kuvassa valvontakamera (Holappa 2014.)

3.4 Tietomallin tiedonsiirto

Tietomallien tiedonsiirrossa tarvitaan yhteinen tiedostomuoto, jonka jokaisen projektissa mukana olevan osapuolen suunnitteluohjelmisto ymmärtäisi. Tätä varten on kehitetty yleinen IFC-standardi, joka mahdollistaa ohjelmistoista riippumattoman tiedonsiirron. Kuviossa 1 on esitelty, miten ongelmia voi ilmetä, kun käytetään ohjelmien omaa tiedostopäätettä, ja miten tiedonsiirto toimii IFC:n avulla.



KUVIO 1. Esimerkki ohjelmistosta riippumattomasta IFC-tiedostomuodosta (Penttilä 2009.)

3.4.1 IFC yleisesti

IFC on vapaasti suomennettuna rakennuslementtien ja objektien luokittelujärjestelmä sekä kansainvälinen ja jatkuvasti kehittyvä rakennusalan tiedonsiirtostandardi. Standardia kehittää IAI-järjestö (International Alliance for Interoperability), jonka perusti Autodeskin johdolla joukko yrityksiä Yhdysvalloissa vuonna 1994. IAI tunnetaan paremmin nykyisin nimellä buildingSMART. (IFC 2014 ; Karstila & Seren 2002.)

IFC:tä käytetään erityisesti rakennusten suunnittelussa eli BIMissä. Tämän IFC-standardin perusajatus on se, että tietoa siirretään ohjelmistoista riippumattomasti. Tarkennettuna standardin ajatuksena on se, että IFC:tä ymmärtävät ohjelmat pystyvät lukemaan ja siirtämään rakennuksiin liittyvien tilojen tallennettua IFC-tietoa, riippumatta mitä ohjelmaa käytetään. Kuviossa 1 on esitelty mitä edellä tarkoitettiin. IFC:llä siirretään ainoastaan 3D -geometriaa ja parametrejä eli oliotietoa. IFC:llä ei voida siirtää laisinkaan piirustusmuotoista tietoa. (Penttilä 2009 ; Karstila & Seren 2002.)

IFC:hen tallentaessa on huomattu, että jotain tietoa häviää aina verrattuna, mitä tallennettaisiin suunnitteluohjelmistojen omia tallennusmuotoja käyttäen. Penttilän mukaan Senaatti-kiinteistöjen tietomalliohjeissa edellytään IFC-tallennusmuodon lisäksi aina tallentamista myös ohjelmien omilla formaateilla. (Penttilä, 2009.)

3.4.2 IFC:n historia

Syksyllä 1998 julkaistiin IFC:stä ensimmäinen versio, joka kantoi versionumeroa IFC 1.5.1. Karstilan ja Serenin mukaan tämän version pohjalta on tehty ensimmäiset kaupalliset ohjelmatoteutukset, jotka kaikki perustuvat CAD -View-näkymään. Näkymä on IFC:n osajoukko, jota voidaan luonehtia rakennussuunnittelun CAD -näkyväksi, joka sisältää rakennuksen tilat ja rakennusosat sekä näiden 3D -geometriat. (Karstila & Seren 2002.)

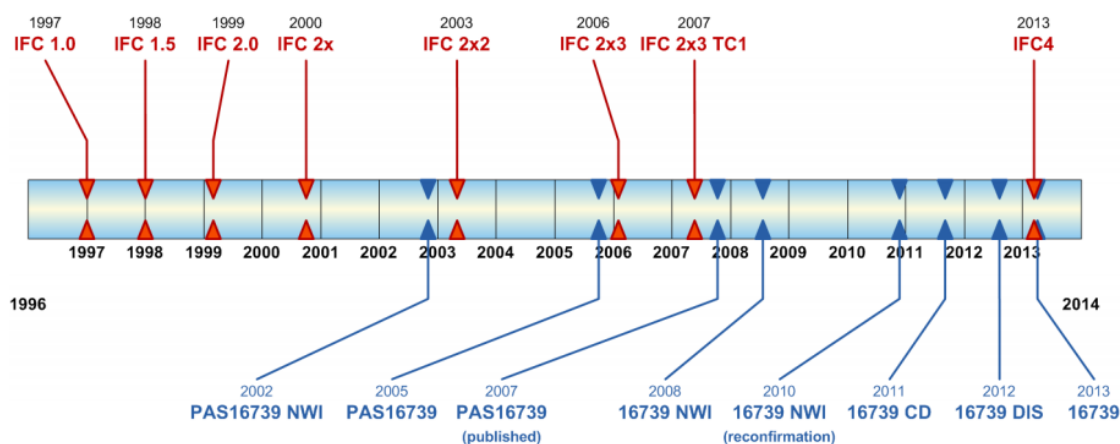
IFC:n toinen versio kantaa nimeä IFC Release 2.0, ja se julkaistiin vuosi myöhemmin keväällä 1999. Kyseiseen versioon saatiin hieman enemmän laajuutta mm. arkkitehti – ja LVI-suunnitteluun ja kiinteistöpuolen alueella. (Karstila & Seren 2002.)

Syksyllä 2000 julkaistiin IFC 2x, jonka ajatuksena oli, että taattaisiin ainakin pariaksi vuodeksi IFC:lle muuttumattomuus ja vakaus. IFC 2x on lähes samanlainen kuin IFC Release 2.0, mutta sen rakennetta on muutettu johdonmukaisemmaksi ja versioon tuli parannuksia mallin kommentoinnin ja katselmoinnin osalta. (Karstila & Seren 2002.)

Toukokuussa 2003 julkaistiin IFC 2x2, joka oli ensimmäinen seuraaja uudelle IFC 2x alustalle. IFC2x2 toi monia laajennuksia parempaan tukeen rakennus – ja rakennesuunnittelussa. Esimerkiksi se toi IFC:n alimalleja rakenneanalyysiin sekä moniin laajennuksiin sähkö-, LVI- ja rakentamisenmäärityksiin. Lisäksi IFC-versio mahdollisti 2D-mallien sisällyttämisen BIM-malliin eli linjat, tekstit, symbolit sekä esitystiedot (väri, varjostukset sekä pintaominaisuudet). (BuildingSMART 2014.)

Helmikuussa 2006 julkaistiin IFC 2x3, joka on päivitetyn IFC 2x2 Versio 2:n seuraaja. IFC 2x3 versiota tukee tällä hetkellä (Huhtikuu 2014) suurin osa suunnitteluohjelmistoista ja myös ”Yleiset tietomallivaatimukset 2012” vaatii julkisissa hankkeissa käytettävien ohjelmistojen olevan vähintään IFC 2x3 -sertifikoituja. Yhteensopivuudessa mukana ovat mm. *AutoCAD*-, *MagiCAD*-, *Tekla Structures*-, *Autodesk Revit*- sekä *CADS Planner Electric Pro*-ohjelmistot ja loput ohjelmistot on listattuna liitteeseen 3. (BuildingSMART 2014.)

Uusin IFC on versio 4 nimeltään IFC 4, joka julkaistiin maaliskuun 12. päivä vuonna 2013. Kansainvälisen ISO 16739:2013 -standardin IFC 4 sai 21.03.2013. IFC 4 yleistyy mitä todennäköisemmin vuoden 2014 jälkeen eri suunnitteluohjelmistoissa sen uusien ominaisuuksien ja parannuksien vuoksi. (BuildingSMART 2014.)



KUVA 6. IFC-versioiden kehittymisen historia aikajana (Liebich 2013.)

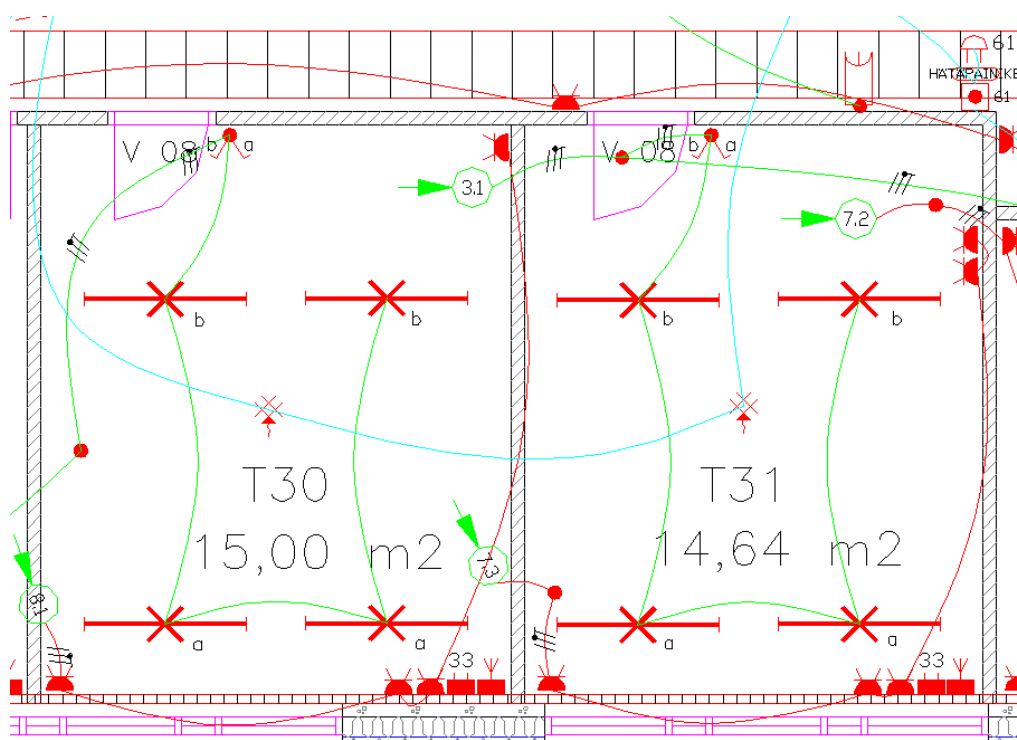
3.5 Tietomallintamisen ja CAD-suunnittelun erot

Perinteinen tietokoneavusteinen suunnittelu on kaksi- tai kolmiulotteinen malli rakennuksesta, joihin piirustuksiin on muodostettu rakennusta esittävä kuvanto eri kuvakulmista. Piirustukset sisältävät esimerkiksi lvi- ja sähköpiirustukset kaksiulotteisesti, mutta piirustuksissa olevat objektit eivät sisällä mitään tarkempaa tietoa mitä ne ovat.

Tietomalli on rakennuksen digitaalinen malli, joka määrittelee rakennuksen kolmiulotteisesti ja joka sisältää tarkat tiedot lähes kaikista malliin määritellyistä objekteista. Tietomalliin sijoitetuista tiedoista saadaan helposti muodostettua erilaisia kustannuslaskelmia, aikatauluja tai simulaatioita.

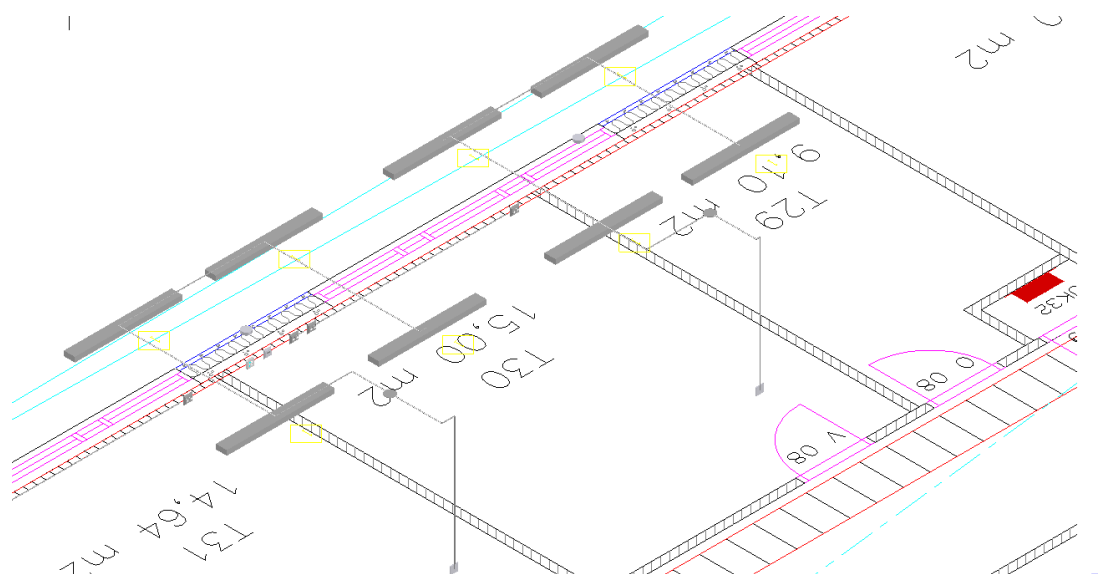
Piirustuksien muokkaaminen 2D-mallissa voi olla hidasta, jos esimerkiksi kuvissa oleva ikkuna on väärässä kohti ja se muokataan piirustuksiin. Ikkunan sijainti on määriteltävä uudelleen kaikkiin niihin piirustuksiin, joissa ikkuna näkyy. Tietomallia käytettäessä ikkunan sijainti muuttuu jokaisessa piirustuksessa, laskelmissa, simulaatioissa ja mallinäkymissä samaan aikaan, kun sitä muokataan yhdessä mallissa.

Kuvissa 7 ja 8 on esitelty, miten 2D- ja 3D-mallien piirustukset eroavat toisistaan. Kuvassa 7 on tehty perinteisin kaksiulotteisin menetelmin sähkösuunnitelmat toimistohuoneisiin.



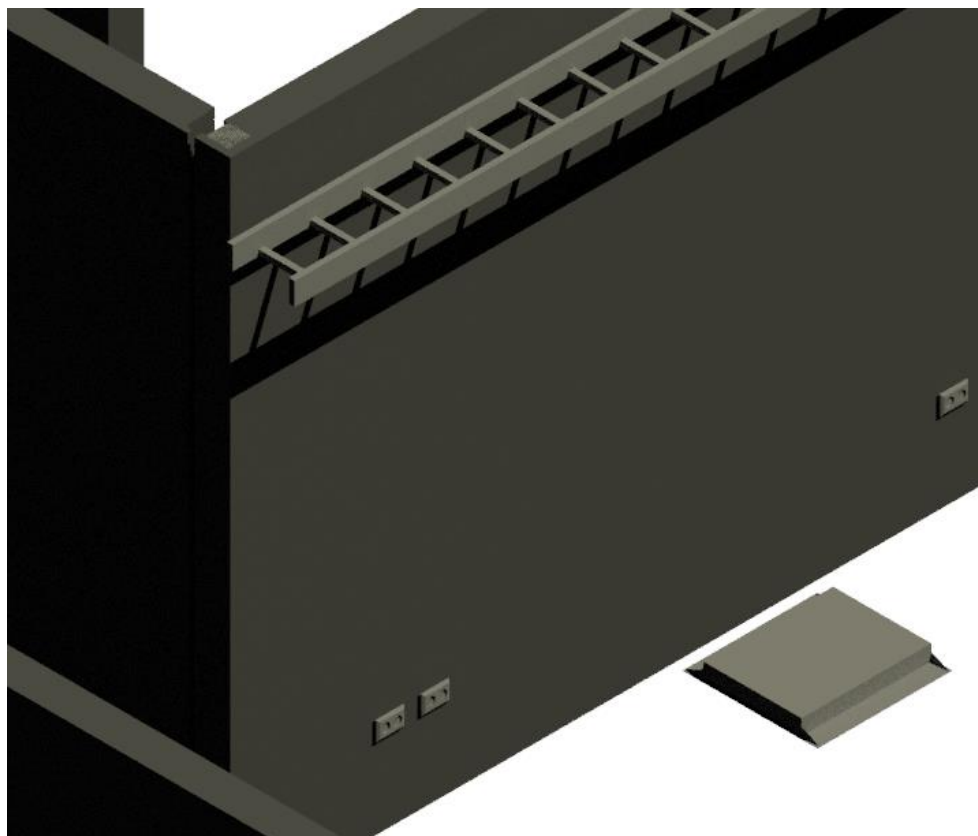
KUVA 7. Perinteinen 2D-malli sähkösuunnitelmista (Holappa 2014.)

Kuvassa 8 on samoihin toimistohuoneisiin tehty valaisimista, rasioista sekä johdotuksista 3D-mallinnus.



KUVA 8. Valaisimet, rasiat ja johdotukset 3D:nä (Holappa 2014.)

Kuvan 9 näkymä on tehty tietomallintamisen suosituksia käyttäen. Kuvassa on pistorasioille, kaapelihyllylle ja valaisimille määritelty sijainnin lisäksi tarkat tuotetiedot. Lisäksi kuva 9 voidaan viedä IFC-malliin.



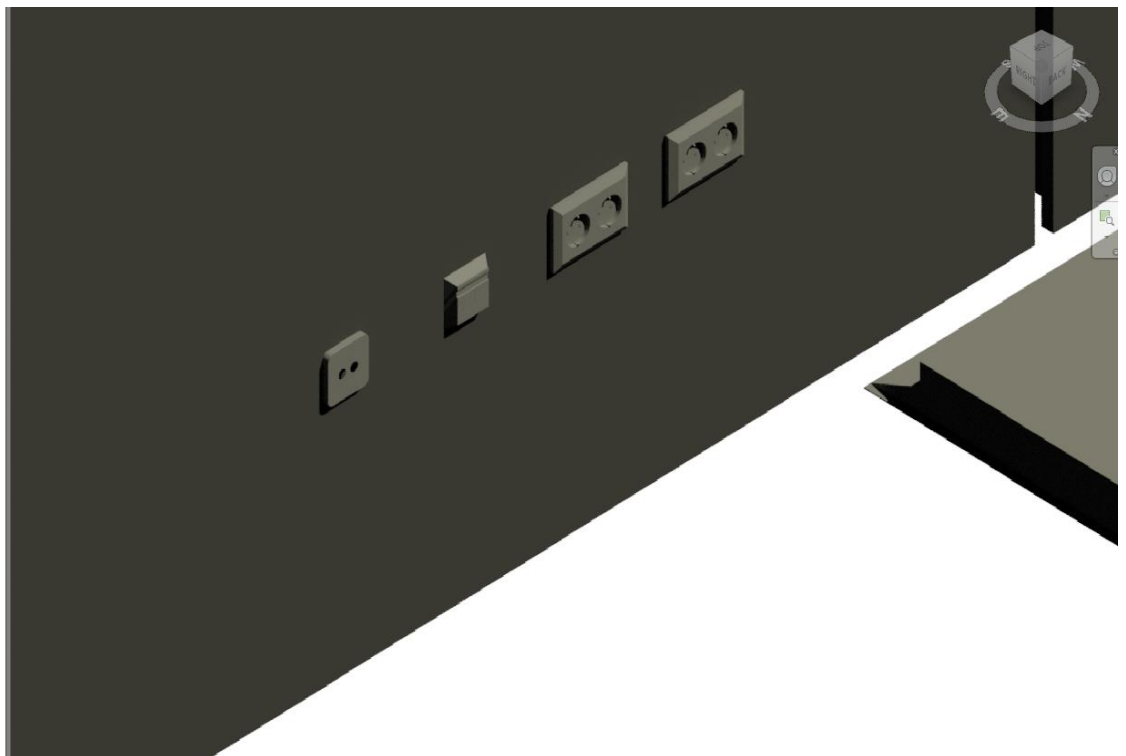
KUVA 9. 3D-näkymä, kun objekteja tarkastellaan *Revit*-ohjelmistolla (Holappa 2014.)

4 RAKENNUS- JA SÄHKÖSUUNNITTELUOHJELMAT

4.1 Autodesk Revit 2014

Autodesk Revit -ohjelmisto on laadittu erityisesti tietomallinnusta eli BIMiä varten. Ohjelman avulla suunnittelu- ja rakennusalan ammattilaiset voivat viedä ideansa konseptista rakennusvaiheeseen koordinoidulla ja yhdenmukaisella mallipohjaisella lähestymistavalla. *Revit* on vain yksi erillinen sovellus, joka sisältää erilaisia ominaisuuksia mm. arkkitehtisuunnitteluun, sähköjärjestelmien, putkituksien ja rakenteiden teknisiin suunnitteluihin. (Autodesk 2014.)

Revit-ohjelmiston avulla käyttäjä voi suunnitella rakennuksen tai rakennelman ja liittää siihen kaikki komponentit 3D-mallina. *Revit* mahdollistaa 3D-mallintamisen lisäksi 2D-mallien toteuttamisen sekä elementtien ja rakennustietojen tallentamisen tietokantaan. *Revit*-ohjelmisto kykenee 4D-BIMiin, ja IFC-sertifikoitiversio on IFC 2x3. (Autodesk 2014.)



KUVA 10. *Autodesk Revit* -ohjelmiston näkymä, kun tarkastellaan rasioita 3D-näkymässä (Holappa 2014.)

4.2 MagiCAD

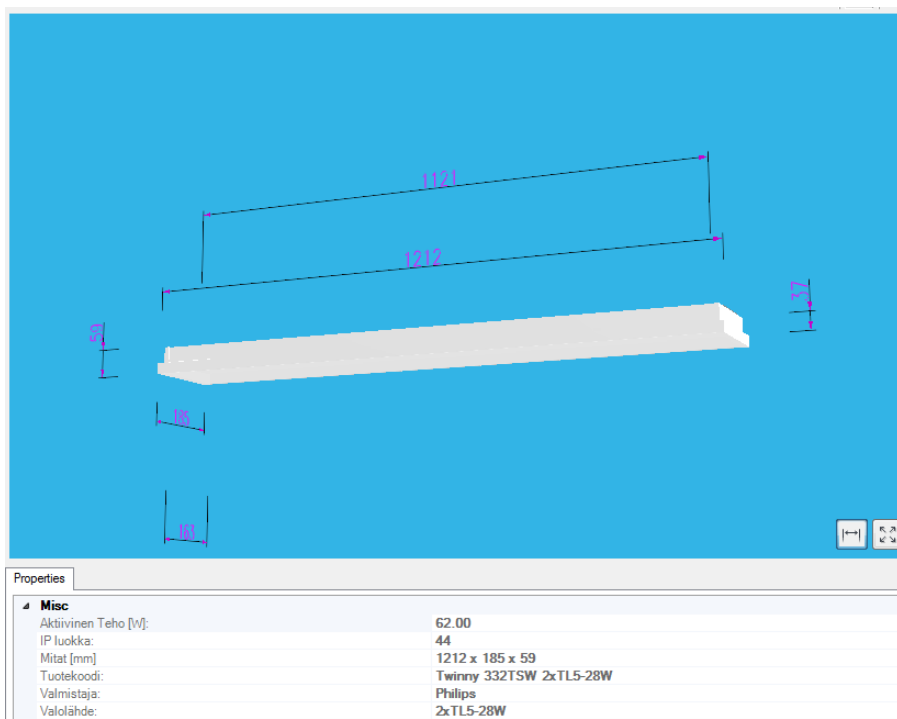
MagiCAD on CAD-ohjelmisto, joka toimii *AutoCAD*n päällä ja on tarkoitettu talotekniseen suunnitteluun. *MagiCAD*-ohjelmaa kehittää suomalainen *Progman Oy*, joka on perustettu vuonna 1983 ja jonka pääkonttori sijaitsee Raumalla. Yritys on pohjoismaiden suurin talotekniikka-alan ohjelmistotalo. *MagiCAD*-lisensoijia on nykyään käytössä noin 15 000 yli 45 maassa. *Progman Oy* uutisoi (1.4.2014) yhdistäneensä voimat Kiinan johtavan rakennusalan ohjelmistovalmistajan Glodon Software Companyn kanssa. (*MagiCAD* 2014b ; *MagiCAD* 2014c.)

*MagiCAD*n ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1998. IFC 2x3 -sertifikaatin ohjelma sai Bostonissa maaliskuussa 2007. Uudempi IFC4 on vasta tuloillaan ohjelmaan, joten tämänhetkinen IFC-sertifikaatti on 2x3. (Sähköpostikeskustelu *Progman Oy* 2014-02-12.)

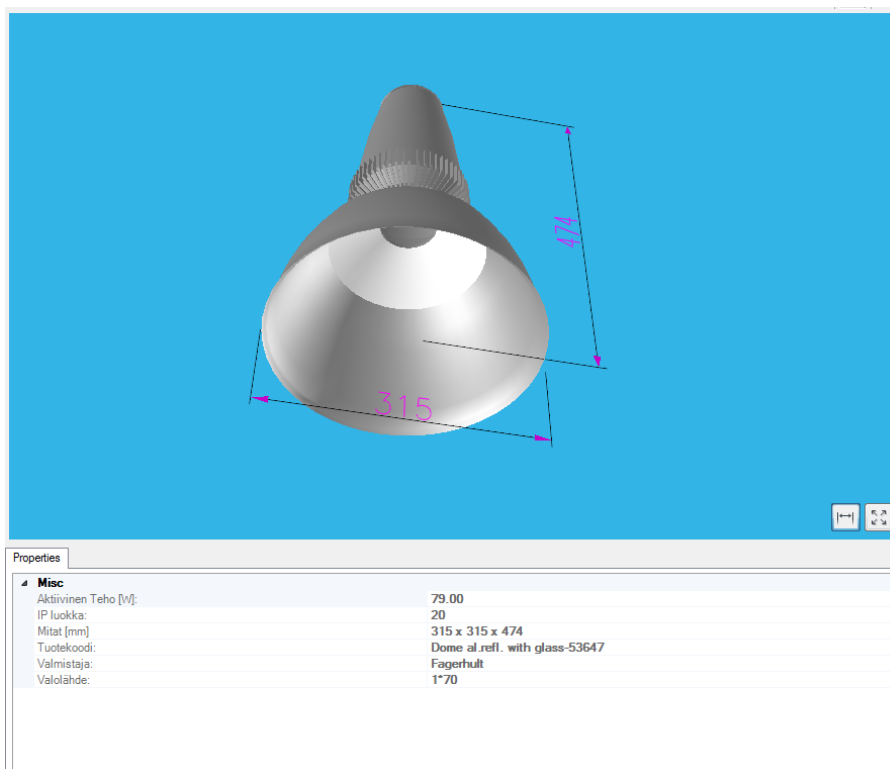
*MagiCAD*stä löytyvät työkalut LVI- ja sähköjärjestelmien suunnitteluun sekä piirtämiseen. *MagiCAD* on suunniteltu toimimaan monen ohjelman kanssa, kuten mm. *AutoCAD MEPin* ja *Revit MEPin*. Perusominaisuuksina *MagiCAD*ssä on 2D- ja 3D-suunnittelu, jotka mahdollistavat suunnittelun todellisilla tuotteilla, risteilytarkasteluilla ja leikkauskuvilla sekä tarkkojen materiaaliluetteloiden tuottamisen. (*MagiCAD* 2014a.)

*MagiCAD*illä on käytössä alallaan Euroopan suurin tietokanta, joka sisältää yli miljoona älykästä 3D-tuotetta, jotka ovat ns. todellisia tuotteita. Ohjelmaan on liitetty yli 50 merkittävimmän Pohjois-Euroopan laitevalmistajien tuotetietokannat, joita voidaan käyttää, kun niitä tarvitsee Ventilation, Heating & Piping tai Electrical -suunnitteluissa. Valmiilla malleilla voidaan suunnitella kokonaisen rakennuksen talotekniikka. (*MagiCAD* 2014a.)

Tuotetietokannassa 3D-tuotemallit sisältävät realistiset mitat, sillä ne on mallinnettu hyvin yksityiskohtaisesti käyttäen mallina todellisia tuotteita. Lisäksi tuotetietomalleihin on sisällytetty paljon laitevalmistajien teknistä tietoa mm. painehäviöistä, äänitasoista, energiankulutuksesta ja valaistuksien tehoista. Kuvassa 11 on esimerkki Philipsin älykkästä valaisinobjektista, joka on valmiina *MagiCAD*-ohjelmiston objektkirjastosta. (*MagiCAD* 2014a.)



KUVA 11. *MagiCAD*n "älykäs komponentti", josta nähdään valaisinobjektin tarkat mitat, aktiivinen teho, IP-luokitus, mitat (mm), tuotekoodi, valmistaja sekä käytettävä valolähde (Holappa 2014.)



KUVA 12. Fagerhultin valaisin tarkastelussa *MagiCAD*issä (Holappa 2014.)

4.3 Tekla

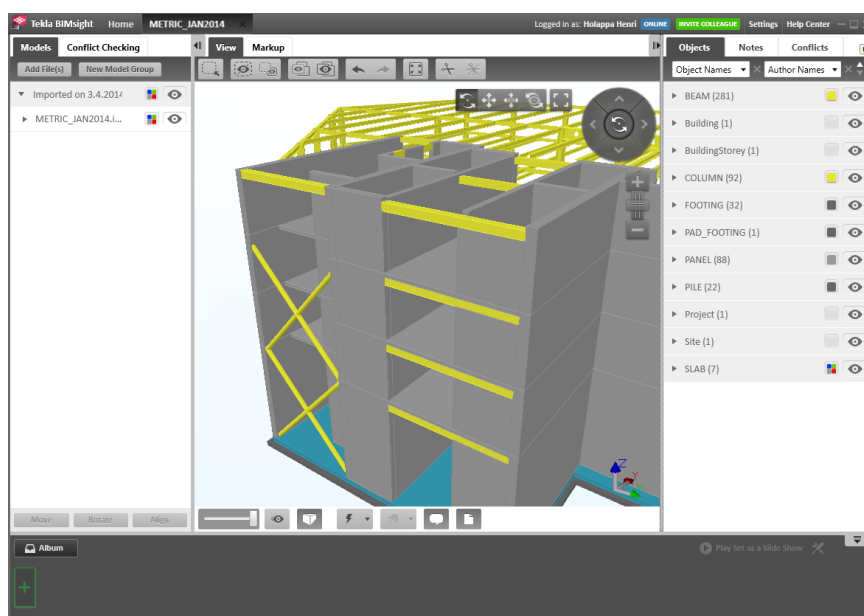
4.3.1 Tekla Structures

Tekla Structures on rakennesuunnitteluohjelmisto, jolla saadaan aikaan IFC-standardin mukainen rakennuksen rakenteiden tietomalli. Ohjelmalla voidaan mallintaa kaikenlaisia rakenteita pääasiallisista rakennusmateriaaleista tai sillä voidaan sisällyttää useita materiaaleja yhteen malliin. *Tekla Structures* -ohjelmisto tukee monia yleisiä tiedonsiirtoformaatteja, kuten mm. dgn- ja dwg-muotoja, sekä toimii yhteen monien alan johtavien rakentamisen hallinta- ja laskentaohjelmistojen kanssa. (Tekla 2014a.)

"*Tekla Structures* -ohjelmisto on avoin tietomalliohjelmisto, joten ohjelmisto toimii yhteen muiden ratkaisutoimittajien ohjelmistojen ja laitteiden kanssa. Tekla Open API -ohjelmointirajapinta tekee ohjelmiston sovittamisen käyttäjän omiin tarpeisiin mahdolliseksi." (Tekla 2014a.)

4.3.2 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight on ilmainen rakennusalan projektiyhteistyöhön tarkoitettu työkalu. Kaikki rakennusprojektin osapuolevat voivat yhdistää mallinsa, jakaa yhdessä tietoaan kommentointi mahdollisuuksien avulla, sekä tehdä törmäystarkastelut samassa BIM-ympäristössä ja nähdä rakennuksen virheet ennen rakentamista. (Tekla 2014b.)



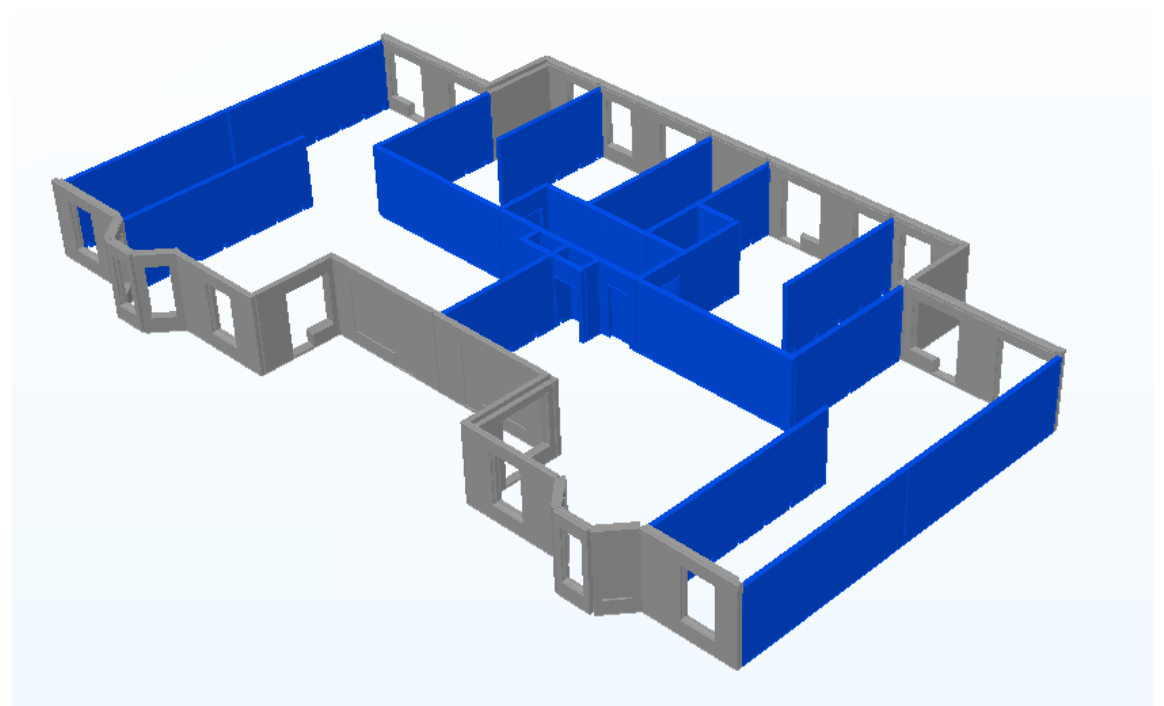
KUVA 13. Yleisnäkymä avatusta projektista Tekla BIMsightistä (Holappa 2014).

5 AUTODESK REVIT -OHJELMISTON IFC-TOIMINTOJEN TESTAUS

Auodesk Revit -ohjelmistossa on mahdollista tuoda ja viedä IFC-tiedostoja sen omilla toiminnoilla. Lisäksi monet ohjelmistoyritykset ovat laatineet *Revit*iin ladattavia add-inejä eli erikseen ladattavia lisäosia.

Seuraavaksi tässä luvussa on esitelty sekä *Revit*in omilla toiminnoilla tapahtuva IFC-tiedonsiirto, että *Tekla Import* -liitännäisen avulla tapahtuva tiedonsiirto. Liitännäisiä kehitetään tälläkin hetkellä jatkuvasti, joten parannuksia on väliajoin tulossa.

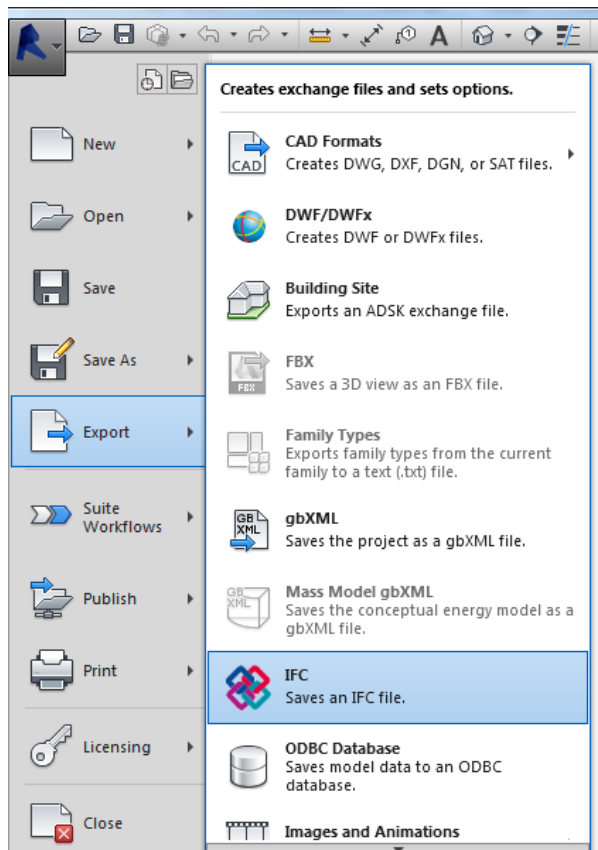
Tutkimuksessa käytettiin *Tekla Structures* -ohjelmalla laadittua kuvan 14 mukaista yksinkertaistettua elementtitalon mallia, jossa oli tutkimuksen monipuolistamiseksi laadittu eri mallisia customoituja seinäelementtejä. *Tekla* suosittelee *Revit*iin IFC-tiedoston siirtämiseen .ifcZIP-tiedostoa, joten IFC-malli on viety *Tekla* -ohjelmistossa .ifcZIP-tiedostoksi.



KUVA 14. *TeklaBIMSightilla* avattu *Teklalla* laadittu elementtitalon pohja 3D-näkymässä (Holappa 2014.)

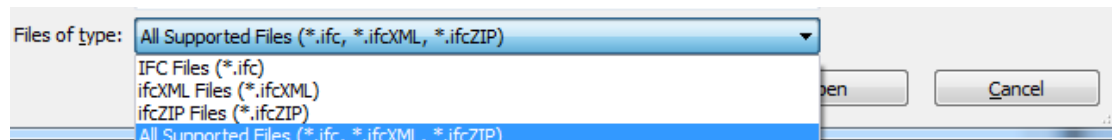
5.1 IFC-tiedoston tuominen *Revit*-ohjelmaan

IFC-tiedoston tuominen *Revit*-ohjelmaan onnistuu ohjelman omalla IFC-tuonti (import) toiminnolla. Kuva 15 havainnollistaa, kuinka ohjelmalla avataan IFC-tiedosto. Valikko avautuu klikkaamalla R-kuvaketta.



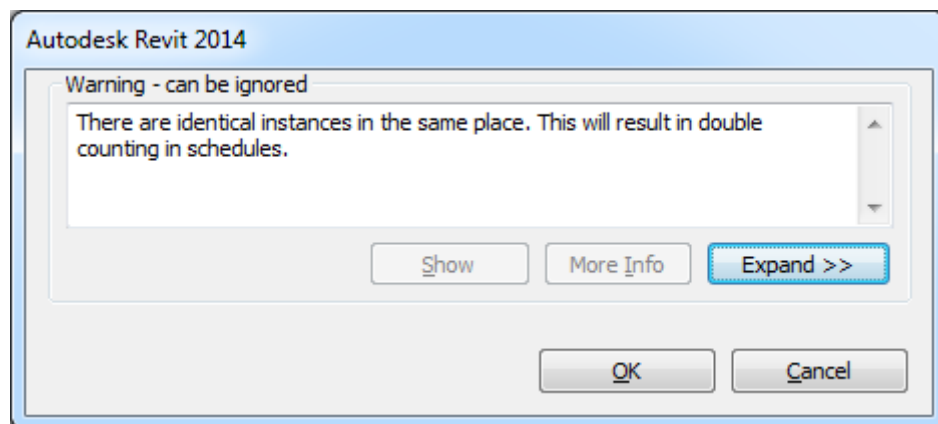
KUVA 15. IFC tiedoston avaaminen *Revit*in omalla toiminnolla (Holappa 2014.)

Seuraavaksi avautuu ikkuna, josta etsitään tuotava IFC-tiedosto. Tuetut tiedostomuodot ovat .ifc, .ifcXML sekä .ifcZIP, jotka näkyvät kuvassa 16. Tiedoston avaaminen tapahtuu valitsemalla tiedosto ja painamalla seuraavaksi "open", jonka jälkeen tiedosto alkaa avautumaan *Revit*-ohjelmistossa. Avautumisen kesto on täysin riippuvainen IFC-tiedostoon sisällytetyn tiedoston määrästä.



KUVA 16. Lista tuetuista tiedostomuodoista *Revit*in Import toiminnossa (Holappa 2014.)

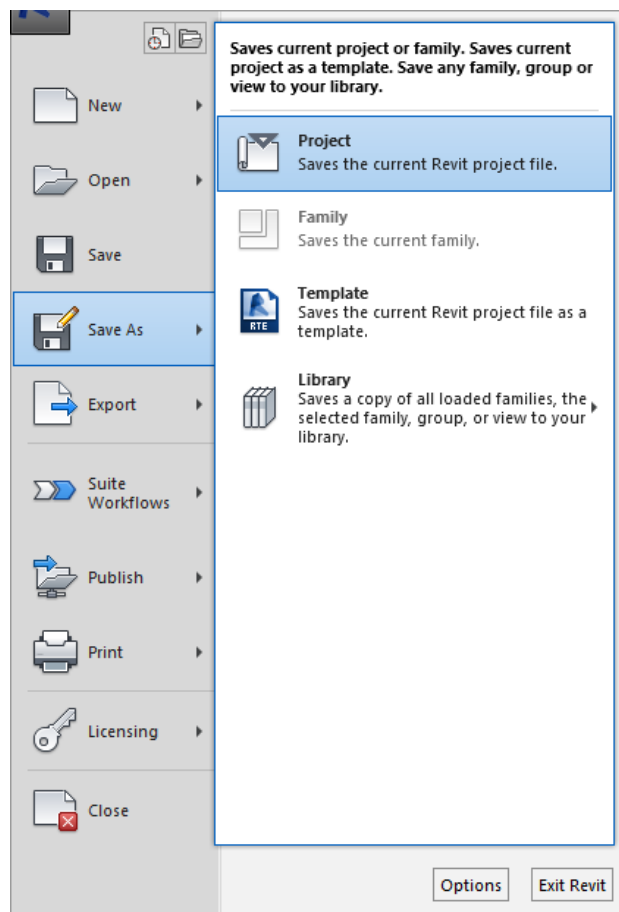
Avautumisen yhteydessä tulee mahdollisesti kuvan 17 mukainen varoituskuna, jossa on selitetty mitä virheitä on tapahtunut tiedoston tuomisen aikana. "Expand >>"-paniketta painamalla voidaan laajentaa näkyvää kattavammaksi. Tästä varoituskunasta välittämättä tiedoston avaamista voi jatkaa painamalla "OK".



KUVA 17. *Revit*in auennut varoituskuna IFC:n importtaamisen jälkeen (Holappa 2014.)

Työssä testattiin erään yrityksen *Tekla* -ohjelmistolla laadittua omaa mallia. Tässä vaiheessa huomattiin, että *Teklalla* laaditun mallin tuominen *Revit*in ei onnistunut täysin virheettömästi.

Kun tuotu IFC-tiedosto on avautunut virheettömästi tai virheellisesti, kannattaa ennen käsittelyn aloittamista tallentaa projektin tiedosto kuvan 18 mukaisesti .rvt muotoon.

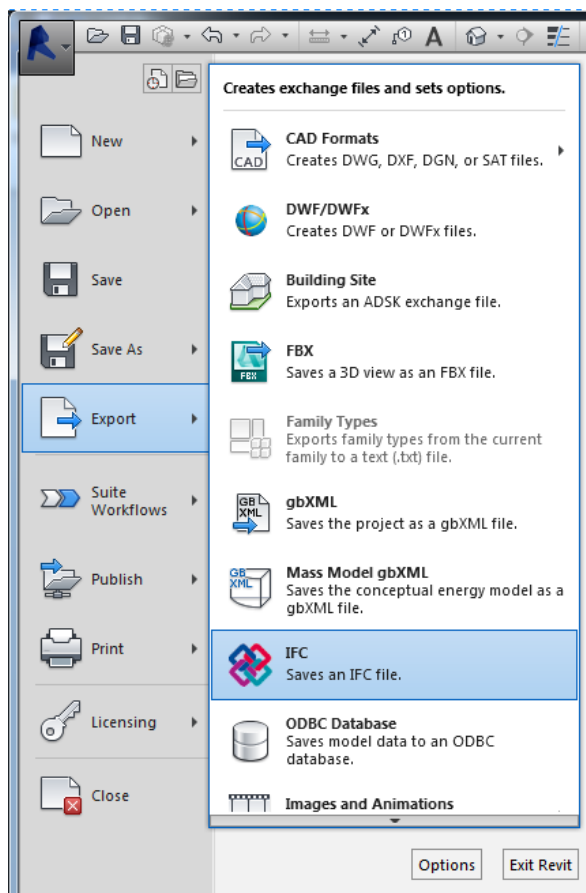


KUVA 18. Projektitiedoston tallentamista *Revit*in .rvt-tiedostomuotoon (Holappa 2014.)

Toisena testattavana mallina on oma *Teklalla* laadittu IFC-malli (kuva 14), joka on *Tekla Structures* -ohjelmistossa IFC-exportattu .ifcZIP-tiedostoon. Aikaisempien kuvien 15 ja 16 tapahtumien mukaan .ifcZIP-tiedosto tuodaan *Revit*iin, mutta tiedosto avautuu *Revit*issä tyhjänä projektina ilman virheilmoitusta. Tämä tarkoittaa, että .ifcZIP-tiedoston tuominen ei onnistunut *Revit*in omalla IFC-Import-toiminnolla, koska ohjelmaan ei onnistuttu tuomaan mitään käsiteltävää tietoa.

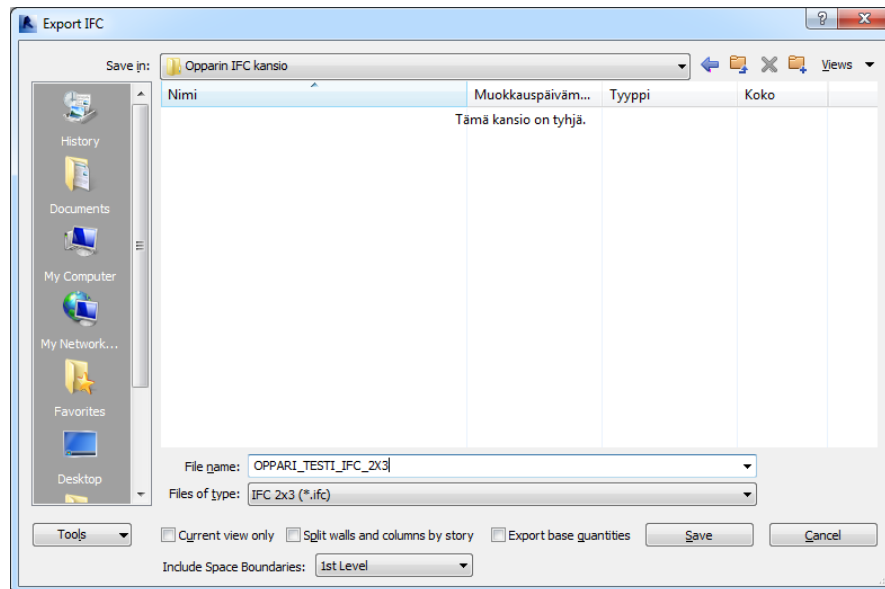
5.2 IFC-tiedoston vieminen *Revit*-ohjelmasta

Kun tietomalli on muokattu halutuksi, seuraavana vaiheena on IFC-tiedoston exporttaaminen eli vieminen pois ohjelmasta. IFC-Export tapahtuu *Revit*in omilla toiminnoilla melkein samalla tapaa kuin IFC-tiedoston tuominenkin. Vienti tapahtuu kuvan (kuva 19) mukaan klikkaamalla yläkulmassa olevaa R-painiketta, viemällä hiiri "Export" -valikon päälle, minkä jälkeen valitaan "IFC Saves an IFC file".



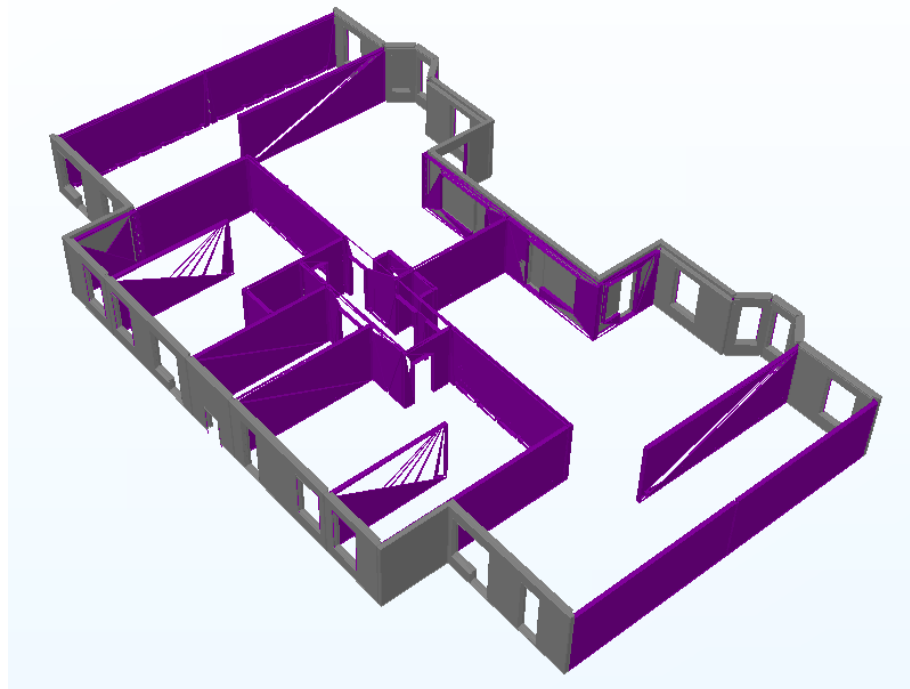
KUVA 19. *Revit*in Export-valikko (Holappa 2014.)

"IFC Saves an IFC file" -linkistä avautuu kuvan 20 mukainen "Export IFC" -ikkuna, jossa on määriteltävä tiedoston tallennuksen paikka, tiedoston nimi, tiedostomuoto sekä tieto siitä, mitä IFC-tiedostoon halutaan sisällyttää. Tiedosto tallennetaan painamalla "Save" -painiketta.



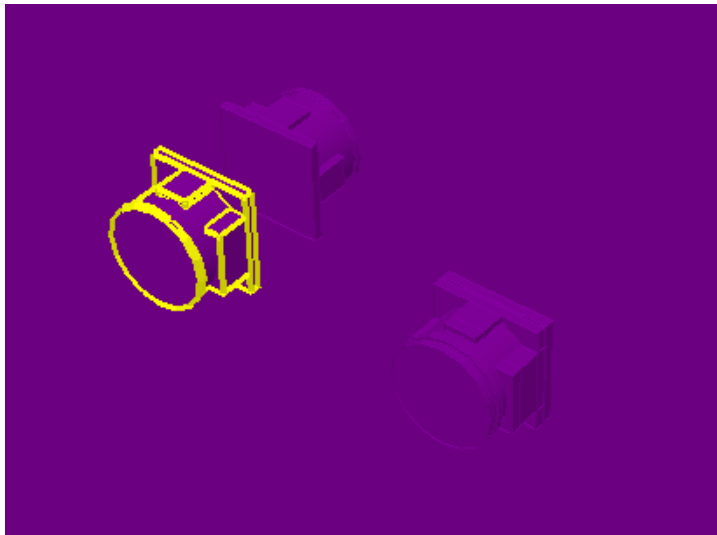
KUVA 20. Reviin "Export IFC" -ikkuna (Holappa 2014.)

Current view only - valintaa käyttäen IFC-exportattu tiedosto näyttää *Tekla BIMsightilla* tarkasteltuna kuvan 21 mukaiselta. Kuvata 21 huomattiin, että tiedoston vieminen IFC:hen ei ole onnistunut halutulla tavalla, koska osa seinistä muuttuivat reikäisiksi eli niistä katosi osa massoista ja elementtipohjan malli ei vastannut enää alkuperäistä kuvaa (kuva 14).



KUVA 21. *TeklaBIMsightilla* avattu näkymä (Holappa 2014.)

Tarkastelemalla mallia lähemmin kuvasta 22 nähdään, että tutkimuksessa halutut komponentit siirtyy kuitenkin IFC-malliin, mutta vahingoittuneet seinät eivät siirtyneet virheittä ohjelmien välillä. Elementit ovat vahingoittuneet joko jo IFC:n tuonnissa *Revit*-ohjelmaan tai mahdollisesti IFC:hen *Revit*llä siirrettäessä.



KUVA 22. Siirretyt rasiat *Tekla BIMsightilla* lähempää katsottaessa (Holappa 2014.)

5.3 *Import from Tekla* -liitännäinen

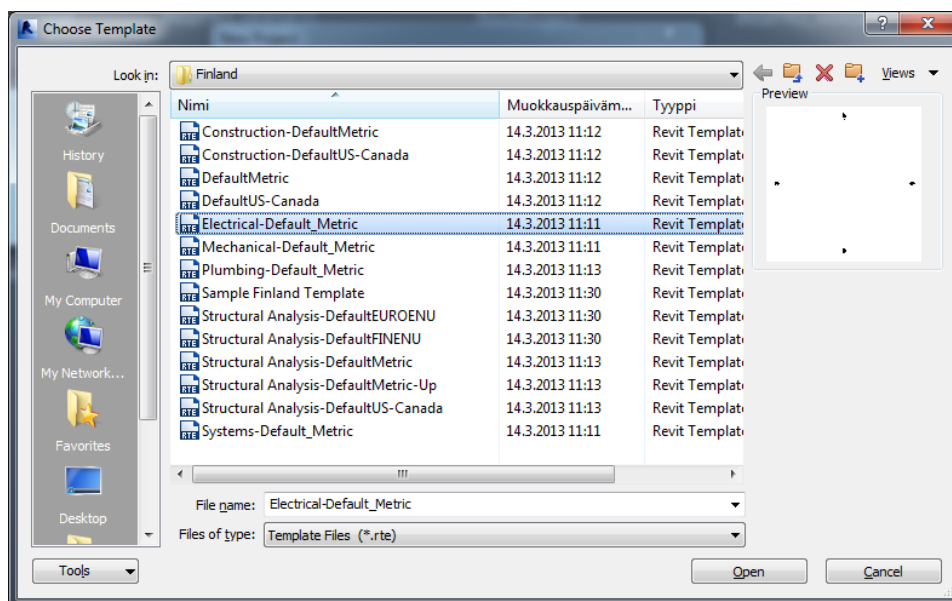
Autodesk Revit -ohjelmisto sisältää siis omien toimintojensa lisäksi myös kolmannen osapuolen erikseen ladattavia liitännäisiä. *Tekla A Trimble Companilta* saa sivuiltaan ladattavan "*Import from Tekla*" -lisäosan *Revit*iin. Liitännäisen on tarkoitus helpottaa ja parantaa näiden kahden (*Tekla Structures* -> *Autodesk Revit*) ohjelmistojen välistä IFC-tiedonsiirtoa.

Revit-käyttäjille tarkoitettussa versiossa käyttäjä voi tuoda import toiminnolla *Teklasta* exportatun .ifcZIP-tiedoston *Revit*iin. Liitännäinen on testattu toimivaksi *Revit* 2013 ja *Revit* 2014 -versioissa. Tutkimuksessa käytetty liitännäisen versionumero oli 2014.3.2.0.

*Tekla Structures*in tarkoitettu liitännäinen on tarkoitettu toimivaksi *Teklan* versioihin 18, 18.1, 19 ja 19.1. *Teklan* omat asennus- ja käyttöohjeet ovat luettavissa opinnäytetyön liitteestä 1 (Asennus- ja käyttöohjeet *Teklan* liitännäiselle).

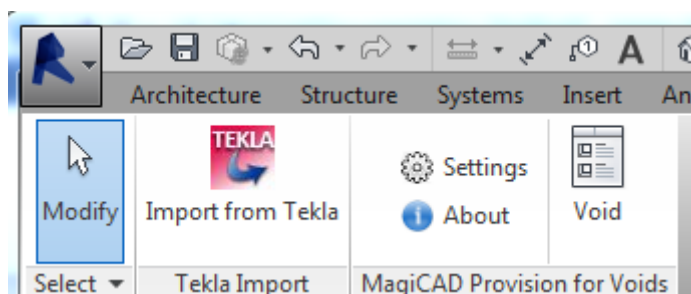
5.4 Tekla Structuresissa laaditun tiedoston avaaminen Revit-ohjelmistossa

Import from Tekla-liitännäisellä tuodaan .ifcZIP-tiedosto projektiin. Ensimmäiseksi Revit 2014:n käynnistyttyä valitaan ja laaditaan uusi pohja eli Template. Templateksi valittiin kuvan 23 esimerkin mukaan Finland-kansiosta tiedosto nimeltä "Electrical-Default_Metric". Valinnan perusteina on kaksi syytä: pohja on tarkoitettu sähkösuunnitteluun eli siitä löytyvät tasot erilaisille sähköryhmille ja pohja käyttää metrijärjestelmää.



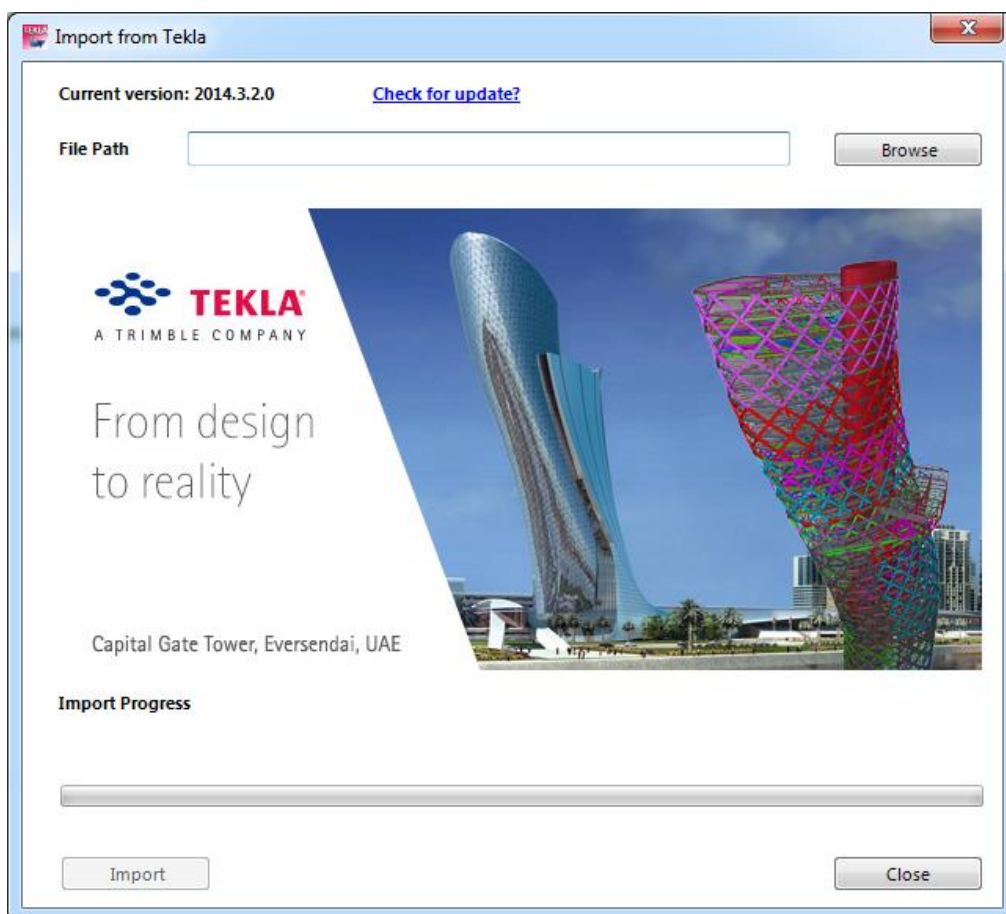
KUVA 23. Avataan uutta projekti templatea Revit-ohjelmistossa (Holappa 2014.)

Kun projekti oli laadittu ja pohja käynnistetty, oli projekti tallennettava ensimmäiseksi .rvt-muotoon. Tyhjillään olevaan projektipohjaan liitettiin kuvan 24 mukaisella *Import from Tekla*-liitännäisellä .ifcZIP-tiedosto. Kuvake löytyi työkaluriviltä *Add-Ins*-välilehden takaa.



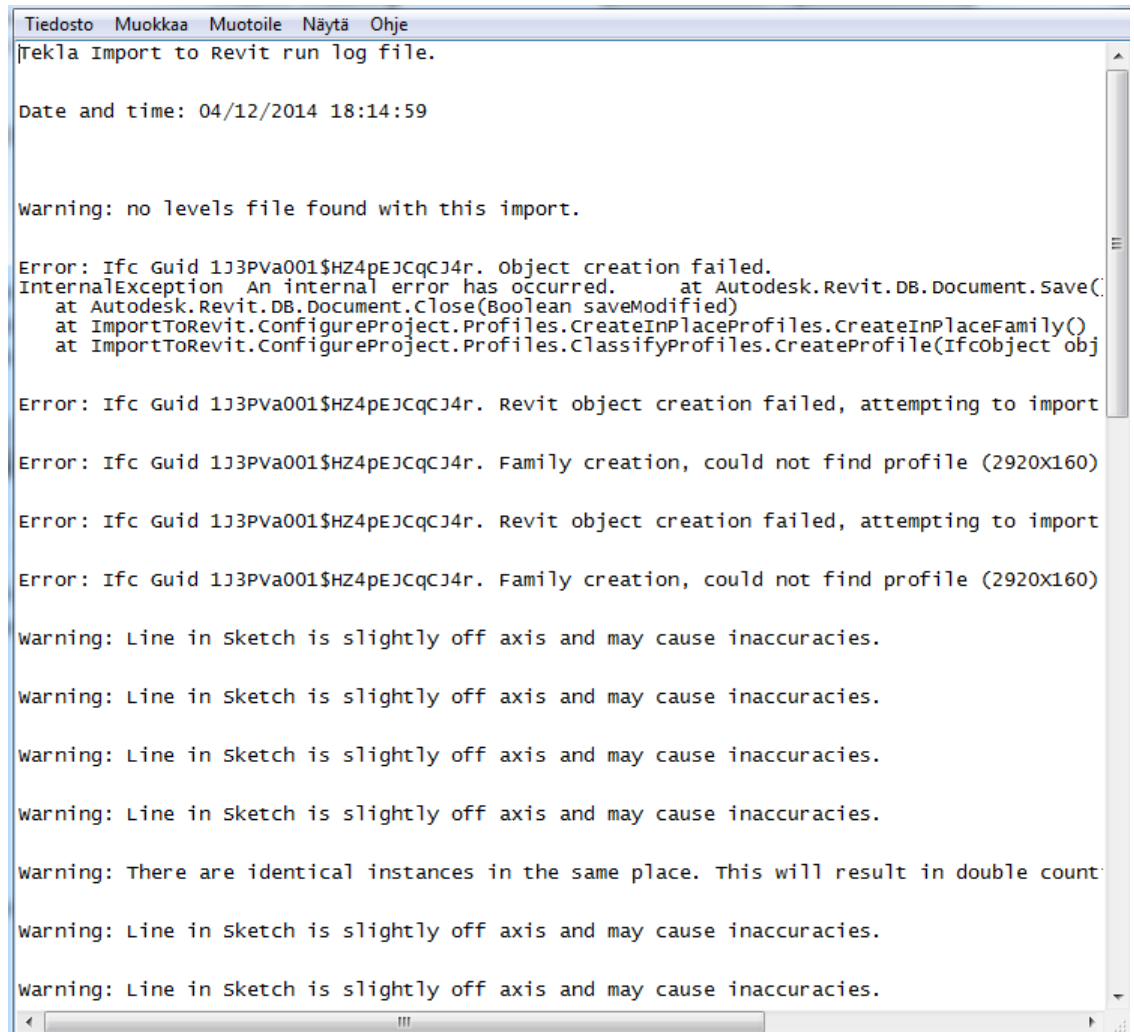
KUVA 24. Revit-ohjelmistoon liitetyn *Import from Tekla*-työkaluvalikon kuvake (Holappa 2014.)

Kuvakkeen painamisen jälkeen avautuu kuvan 26 mukainen *Import from Tekla* -ikkuna. Ikkunassa valitaan tuotava .ifcZIP-tiedosto. Tiedosto avataan File Path -kohdan "Browse"-painikkeen takaa, minkä jälkeen tiedoston tuominen aloitetaan "Import"-painikkeen avulla. Näin tiedoston tuominen *Revit*-ohjelmistoon alkaa. Tiedoston siirtämisen kesto on riippuu siirrettävän tiedon määrästä. Usein siirto kestää muutamia minuutteja.



KUVA 25. "Import from Tekla" -ikkuna, jossa File Pathiin valitaan tuotava IFC-tiedosto (Holappa 2014.)

Tiedonsiirron päätyttyä ikkuna (kuva 25) ilmoittaa *Import Progress* -tekstin alapuolella tiedoston siirtämisen loppumisesta ("Transfer finished..."). Ilmoituksessa lukee, jos siirtäminen ei ole onnistunut ilman virheitä. Lisäksi liitännäinen laatii .ifcZIP-tiedoston kanssa kuvan 26 mukaisen .txt-logitiedoston samaan kansioon. Tiedoston käsitteleminen jatkuu sulkemalla *Import from Tekla* -ikkuna *Close*-painikkeesta.



```

Tiedosto Muokkaa Muotoile Näytä Ohje
Tekla Import to Revit run log file.

Date and time: 04/12/2014 18:14:59

Warning: no levels file found with this import.

Error: Ifc Guid 1J3Pva001$HZ4pEJCqCJ4r. Object creation failed.
InternalException An internal error has occurred.      at Autodesk.Revit.DB.Document.Save(
    at Autodesk.Revit.DB.Document.Close(Boolean saveModified)
    at ImportToRevit.ConfigureProject.Profiles.CreateInPlaceProfiles.CreateInPlaceFamily()
    at ImportToRevit.ConfigureProject.Profiles.ClassifyProfiles.CreateProfile(IfcObject obj

Error: Ifc Guid 1J3Pva001$HZ4pEJCqCJ4r. Revit object creation failed, attempting to import

Error: Ifc Guid 1J3Pva001$HZ4pEJCqCJ4r. Family creation, could not find profile (2920x160)

Error: Ifc Guid 1J3Pva001$HZ4pEJCqCJ4r. Revit object creation failed, attempting to import

Error: Ifc Guid 1J3Pva001$HZ4pEJCqCJ4r. Family creation, could not find profile (2920x160)

Warning: Line in sketch is slightly off axis and may cause inaccuracies.

Warning: Line in sketch is slightly off axis and may cause inaccuracies.

Warning: Line in sketch is slightly off axis and may cause inaccuracies.

Warning: Line in sketch is slightly off axis and may cause inaccuracies.

Warning: There are identical instances in the same place. This will result in double count

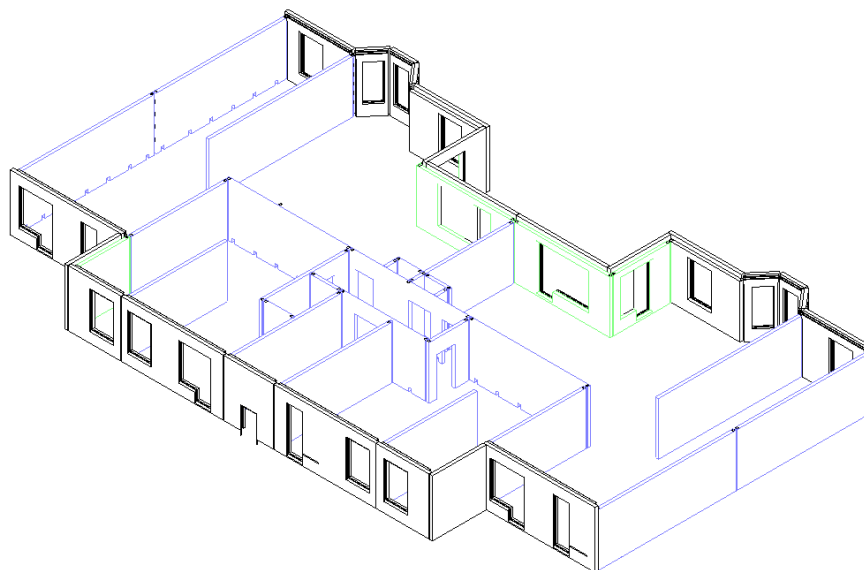
Warning: Line in sketch is slightly off axis and may cause inaccuracies.

Warning: Line in sketch is slightly off axis and may cause inaccuracies.

```

KUVA 26. IFC-importin jälkeen tullut virhe- ja varoituslogi (Holappa 2014.)

Kuvassa 27 näkyy tuotu IFC-malli *Revit*in 3D-näkymässä. Kun verrataan kuvan 27 näkymää alkuperäiseen malliin (kuva 14), huomataan, että IFC-tiedonsiirto ei ole onnistunut täydellisesti. Tästä voi päätellä, että *Teklassa* laadituilla omilla räätälöidyillä komponenteilla ei vielä saada täysin sataprosenttista varmuutta IFC-tiedon liikkumisesta *Autodesk*in *Revit* 2014 -ohjelmistoon.

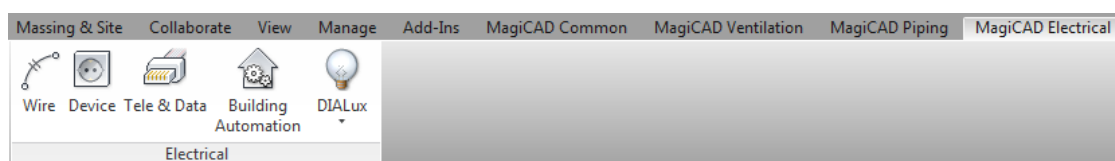


KUVA 27. *Revit*in tuotu malli (Holappa 2014.)

5.5 *MagiCAD*-lisäosan käyttäminen *Revit*-ohjelmistossa

*MagiCAD*itä on saatavissa *Revit*in lisäosa, jolla on mahdollista tuoda ohjelmaan paremmat työkalut LVI- ja sähköjärjestelmien suunnitteluun. Lisäosan avulla voi *Revit*illä suunniteltaessa käyttää *MagiCAD*in tuotteita ja komponentteja.

Tasokuvaan lisätään komponentti *MagiCAD*-liitännäisessä kuvan 28 mukaisesta valikosta (*MagiCAD Electrical*) klikkaamalla laiteluettelo eli *Device*-painiketta.

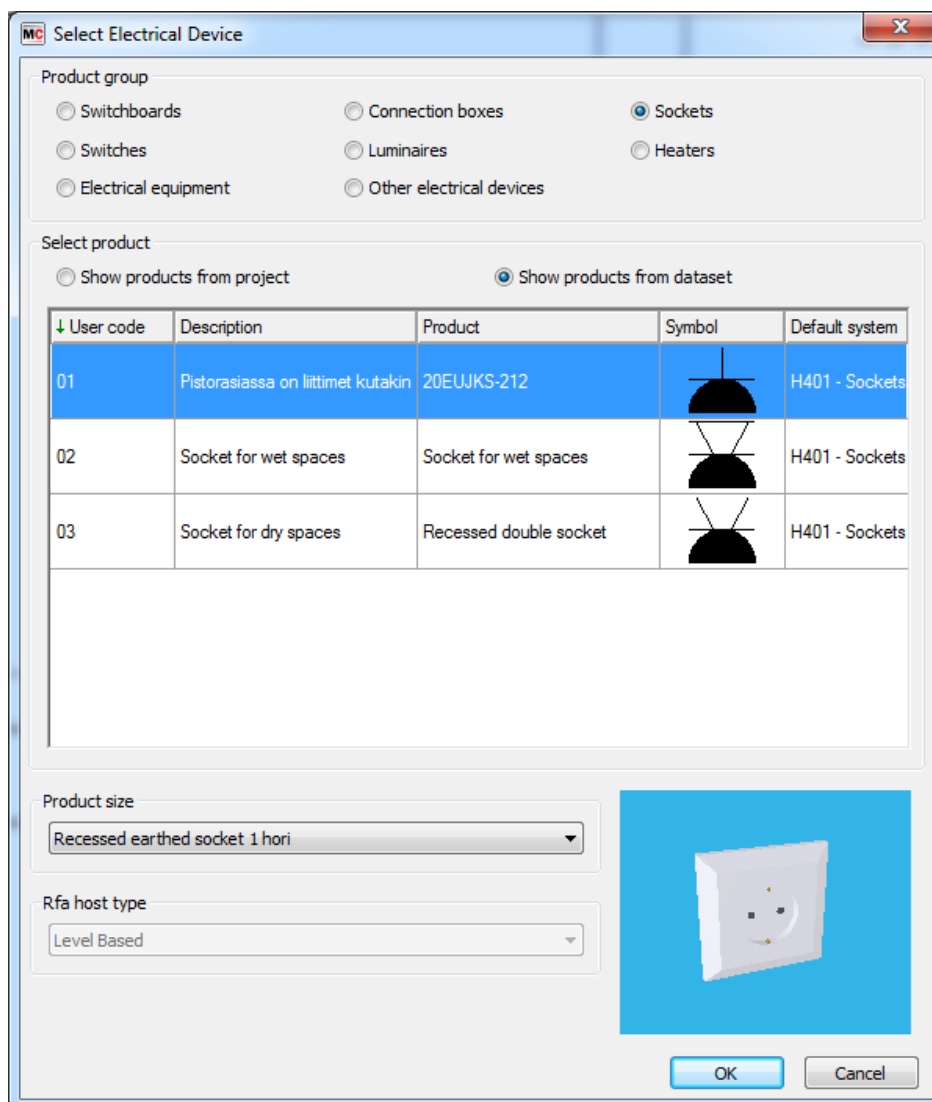


KUVA 28. *Revit*in *MagiCAD*-lisäosa komponenttivalikko (Holappa 2014.)

Device-painikkeesta avautuu komponenttiluettelo (kuva 29), josta valitaan laajista tuoteryhmistä lisättävä tuote. Luettelosta löytyvät suoraan monet yleisimmin tarvittavat komponentit omista ryhmistään. Komponenttien ryhmät vasemmasta yläkulmasta alkaen ovat: jakokaapit, kytkimet, sähkölaitteet, kytkentärasia, valaisimet, muut sähköiset laitteet, pistorasiat ja lämmittimet. *Select product* -kohdassa määritellään, näytetäänkö projektissa jo olevat komponentit vai *datasetistä* eli lisäosasta löytyvät yleisimmät komponentit.

Valitsemalla luettelosta komponentti, komponentti aktivoituu ja komponentista ilmestyy siniselle pohjalle 3D-kuva, kuten kuvassa 29. Haluttu komponentti valitaan komponenttia painamalla ja seuraavaksi painetaan *OK*.

Yleensä haluttua komponenttia ei välttämättä löydy suoraan luetteloista, vaan se täytyy etsiä *MagiCAD*n laajista tuoteluetteloista tai se on laadittava itse. *Revit*issä voi muokata komponentteja klikkaamalla esimerkiksi kuvassa 29 olevan symbolikuvan päällä hiiren oikeaa ja valitsemalla tuotteen asetukset eli *Dataset properties*. Jos haluaa vain tutkia 3D-mallissa näkyvää tuotetta tarkemmin, on valittava *Product properties*. Samalla valinnalla voidaan myös lisätä komponenttilistoille uusi komponentti tai tehdä kopio jo olevasta listan komponentista.

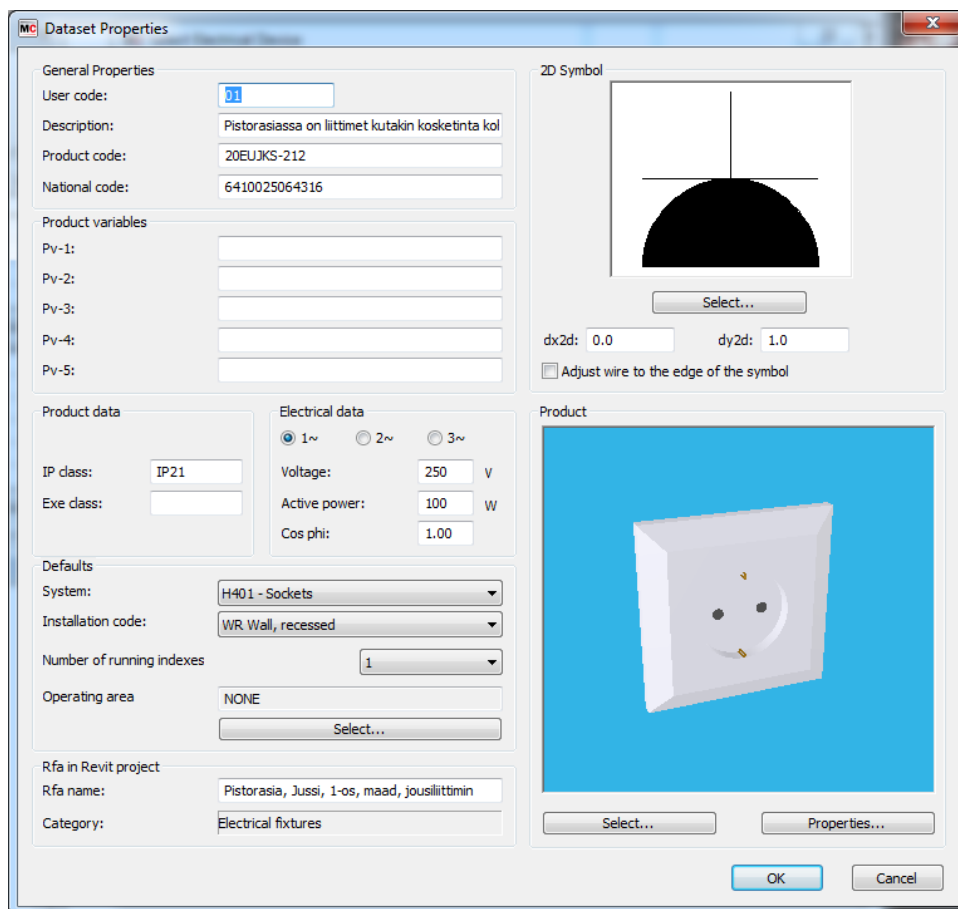


KUVA 29. Komponentin valintaruutu (Holappa 2014.)

Kuvan 30 avatussa *dataset*-ikkunassa on esitelty yksinkertaisen komponentin tarkemmat tiedot. Datasetistä löytyvät mm. käyttäjän määriteltävä komponenttikoodi, kuvaus, tuotantonumero, kansainvälinen koodi, IP-luokitus, jännite, 2D- ja 3D-symboli, luokka (esim. H401-Pistorasiat), johon komponentti halutaan, asennustapa, juokseva indeksi sekä muut näkyvät asetukset.

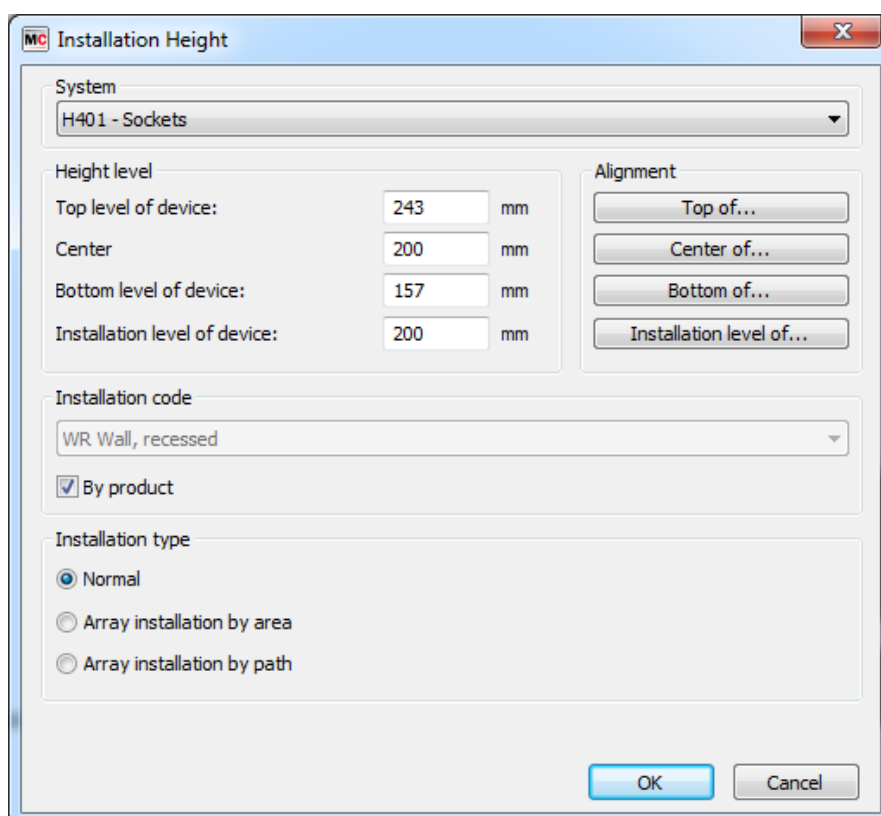
2D- ja 3D-symbolit valitaan *Select*-painikkeista. *Product*-ikkunassa (sininen tausta) voi 3D-komponenttia pyöritellä ja zoomailla haluamaansa näkymään.

Tässä esimerkissä valitaan kuvan 30 mukaiset asetukset komponentille. Tiedot komponentille on otettu ABB:n sivuilta (tuotekortti liite 2) ja valitaan *OK*-painikkeesta. Ikkuna sulkeutuu ja näkymä palaa takaisin kuvan 29 mukaiseen ikkunaan, josta jatketaan painamalla jälleen *OK*.



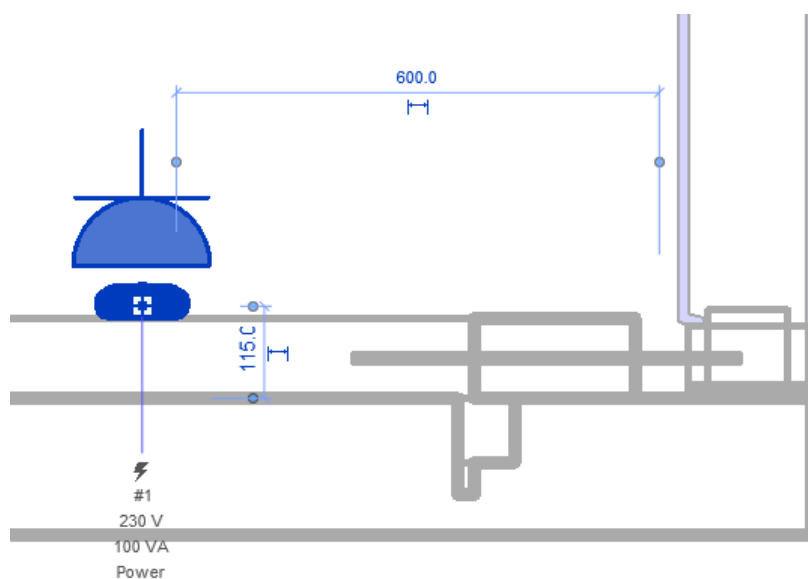
KUVA 30. Halutun komponentin *Dataset*-asetuksien tarkastelu- ja muokkaamisikkuna (Holappa 2014.)

Avautuneeseen *Installation Height* -asetuksissa määritellään komponentin asennuskorkeuden tieto. Jos mittausmäärittelyt on projektissa tehty oikein, asetetaan *Installation level of device* eli laitteen asennuskorkeudeksi standardien mukaan 200 mm (asennuspaikasta riippuvainen). Tutkimuksessa kuviteltu paikka on esimerkiksi olohuone, joten 200 mm asennuskorkeudeksi on sopiva.



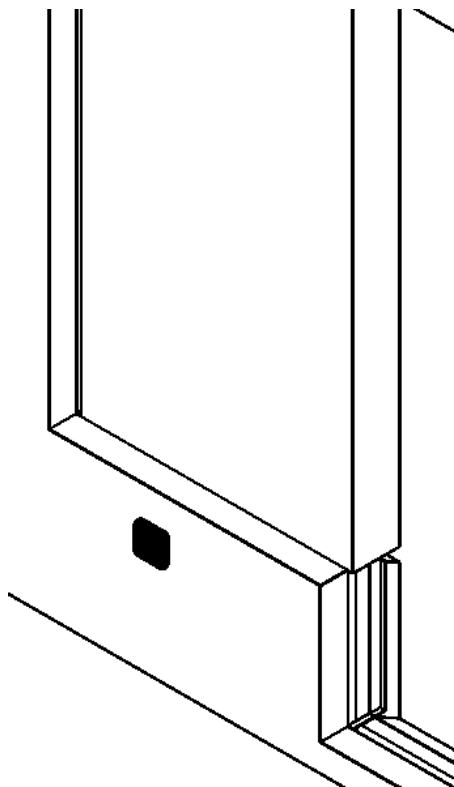
KUVA 31. Asennuskorkeuksien määrittelyikkuna (Holappa 2014.)

Asennuskorkeuden määrittämisen jälkeen on painettava *OK*, minkä jälkeen komponentti on suositeltavaa sijoittaa 2D-näkymällä tasopiirustuksessa halutulle paikalleen kuvan 32 tapaan. *Revit*-ohjelmisto laatii komponentista tasopiirustukseen 2D-symbolin sekä lisäksi sen alle 3D-mallin.



KUVA 32. Yksinkertainen pistorasiasymboli elementtiseinälle asennettuna (Holappa 2014.)

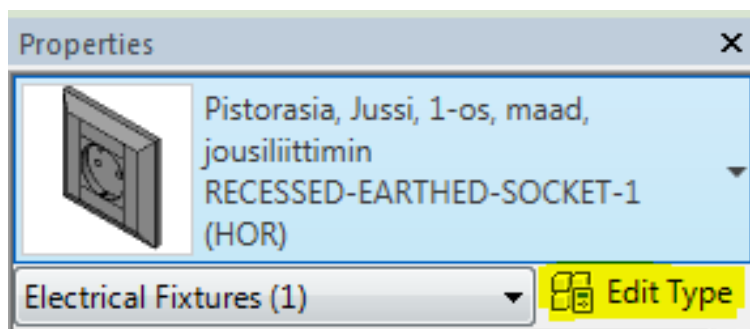
Komponenttia kannattaa tarkastella lisäämisen jälkeen kuvan 33 mukaisessa 3D-näkymässä. 3D-näkymällä saadaan varmuus komponentin oikein sijoittumisesta.



KUVA 33. Lisätty pistorasia *Revit* 3D-näkymässä. Pistorasia näkyy mustana laatikkona (Holappa 2014.)

Esimerkin komponenttia piti kuvan 31 asetuksien jälkeen määritellä uudelleen, koska 3D-näkymällä katsottaessa komponentti olisi asennettava ikkunaan. Johtopäätöksenä on, että sijoittaessa komponentti 3D-malliin kannattaa olla erittäin tarkkana sille annettavien määrityksiensä kanssa. Jälkeenpäin komponenttien määrityksiensä korjaaminen voi olla mahdollisesti hyvinkin työllästä.

Kun siirrettävän komponentin tietoja halutaan määritellä tarkemmin, on komponentin tietoja muokattava erikseen *Edit Type*-toiminolla (kuva 34). *Properties*-valikko avautuu (jos asetuksia ei ole muokattu) ohjelman vasempaan reunaan, josta löytyy *Edit Type*-painike.



KUVA 34. Komponentin asetteluikkuna (Holappa 2014.)

Tästä avautuu kuvan 35 - ikkuna, jossa voidaan määritellä halutun komponentin tietoja ja jota halutaan siirtää projektissa olevaan tietomalliin.

Type Properties

Family: Pistorasia, Jussi, 1-os, maad, jousiliittimin Load...

Type: RECESSED-EARTHED-SOCKET-1(HOR) Duplicate...
Rename...

Type Parameters

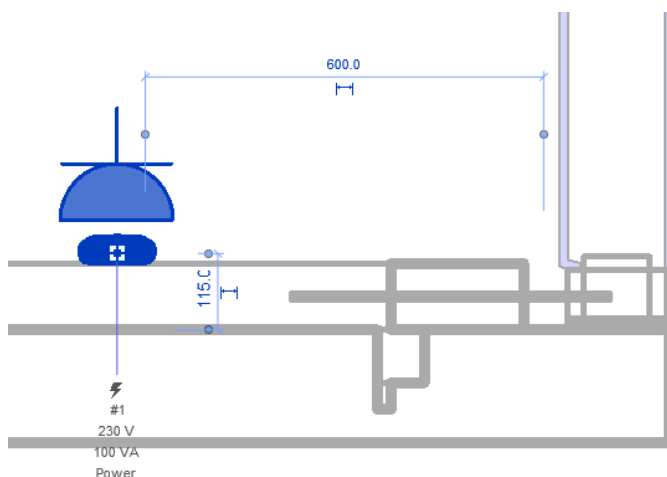
Parameter	Value
Electrical	
magiVoltage	250.00 V
magiNumberOfPoles	1
magiCosPhi	1.000000
magiApparentLoad	100.00 VA
magiActivePower	100.00 W
Electrical Engineering	
magi_edgeAdjustment	0
magiIPClass	IP21
magiEXEClass	
Dimensions	
W2D	11.0
L2D	85.0
magi_length	85.0
magi_width	11.0
magi_height	85.0
Identity Data	
magiProductId	RECESSED-EARTHED-SOCKET-1(HOR)
magiProductFamilyId	
magiPartTypeId	502
VersionID	1.2/2013.4/MAGIE_E_RECES_SOCKET_H1-5_001
Description	Pistorasiassa on liittimet kutakin kosketinta kohden. Liittimiin voi kytke
Keynote	
Model	
Manufacturer	General
Type Comments	
URL	
Assembly Description	
Assembly Code	
Type Mark	
Cost	
magiPv-1	
magiPv-2	
magiPv-3	
magiPv-4	
magiPv-5	
magi_RI_amount	1
magi_installationcode_type	WR
magiProductCode	Recessed earthed socket 1 hori
magiNationalCode	6410025064316
magiUserCode	01
magi_defaultSystemCode	H401 - Sockets
magi_description_code	
magi_description short	

<< Preview OK Cancel Apply

KUVA 35. Komponentin tietojen määrittelyikkuna *Revit*ssä (Holappa 2014.)

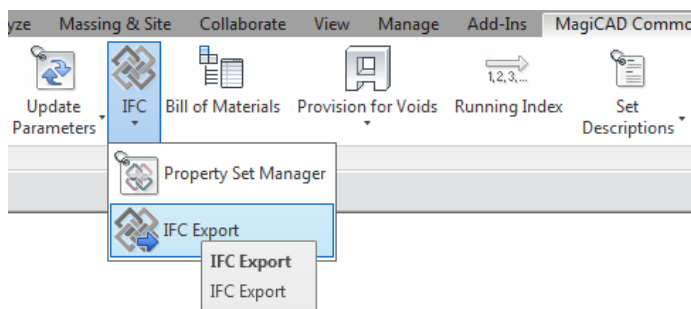
5.6 IFC-export MagiCAD-liitännäinen

Tutkimuksen IFC-export-mallissa on käytetty kuvan 36 mukaista komponenttia (liite 2), joka siirretään IFC-tiedostona ulos *Revit*stä.



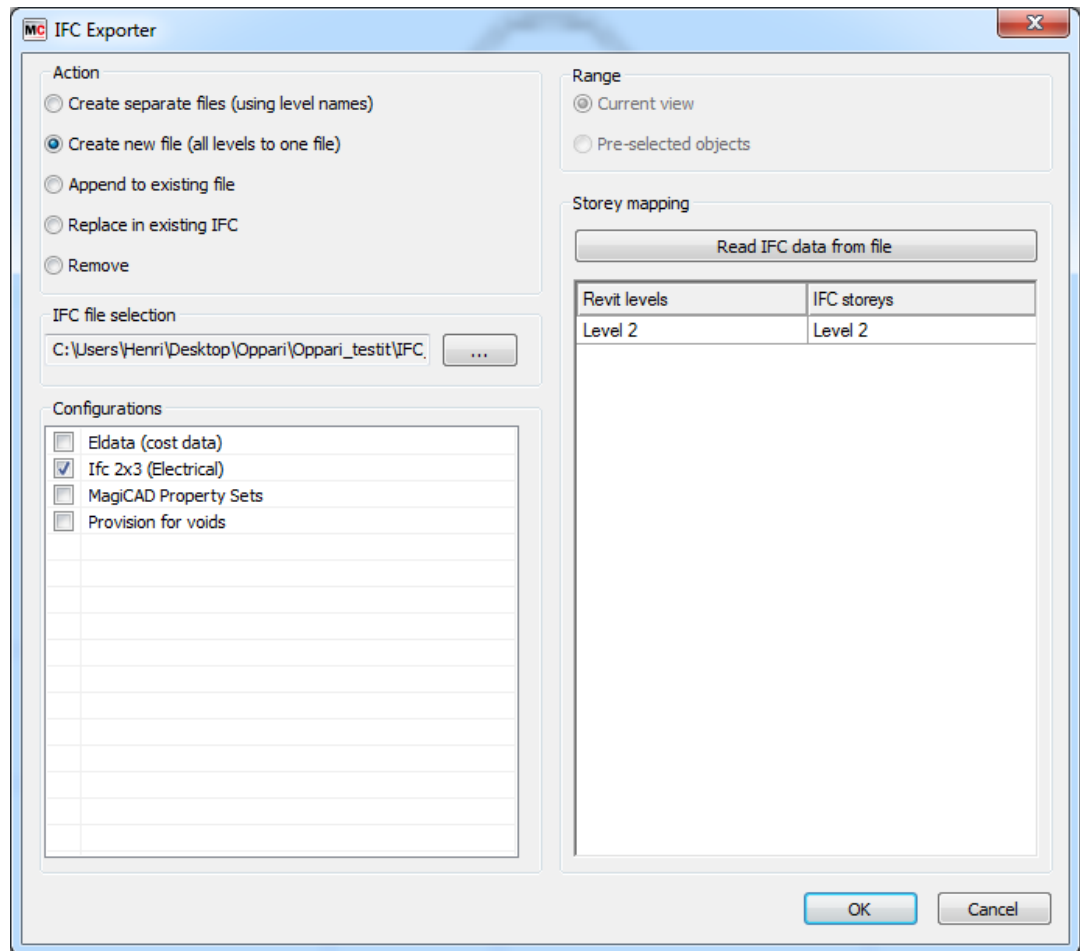
KUVA 36. Laadittu komponentti *Revit*-ohjelmistossa (Holappa 2014.)

*MagiCAD*n liitännäinen tuo ohjelmaan oman IFC-exporting-toiminnon, joka löytyy *MagiCAD Common* -välilehden takaa, kuten kuvassa 37 on esitelty.



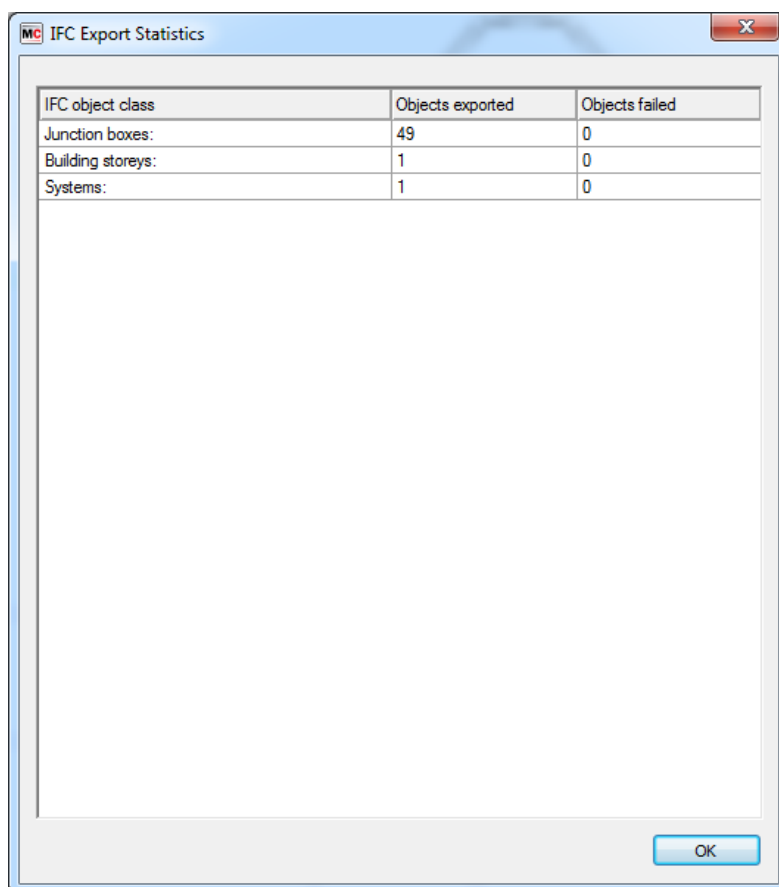
Kuva 37. *MagiCAD*-liitännäisen IFC-export-kuvake (Holappa 2014.)

Kuvakkeesta avautuu kuvan 38 mukainen *IFC Exporter* -ikkuna, jossa määritetään haluttuun IFC-malliin vietävä tieto. Kuvassa 38 annetaan IFC-tiedostolle tallennuspaikka ja tiedoston nimi.



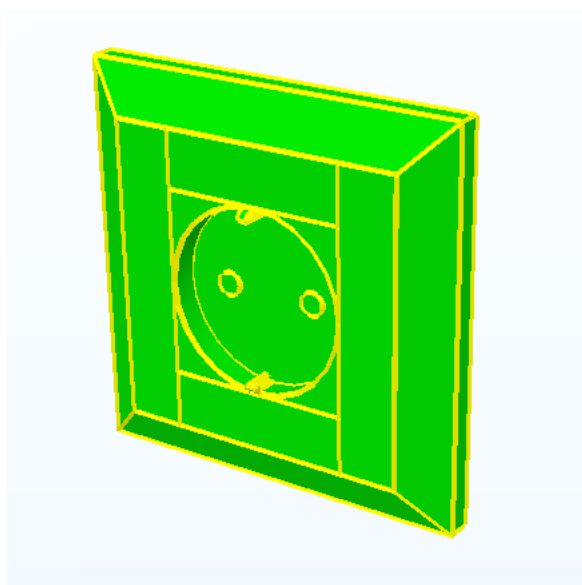
KUVA 38. "IFC Exporter" -ikkuna (Holappa 2014.)

Kun asetuksista asettaa (Configurations) ruksi kohtaan "IFC 2x3 (Electrical)", siirtyy tasossa esillä oleva *MagiCAD*-liitännäisellä laadittu komponentti IFC:hen kuvan 40 tavalla. Kuvassa 39 nähdään, mitä komponentteja on siirtynyt IFC:hen. Tässä vaiheessa voidaan huomata, että tällä IFC-exporting toiminnolla saadaan vain komponentti siirrettyä IFC-malliin.



IFC object class	Objects exported	Objects failed
Junction boxes:	49	0
Building storeys:	1	0
Systems:	1	0

KUVA 39. "IFC Export Statistics" -ikkuna, josta näkee, mitä objekteja on siirretty onnistuneesti ja minkä siirtämisessä on tapahtunut virhe (Holappa 2014.)



KUVA 40. Yksiosainen ABB:n pistorasia *TeklaBIMsight*illa katsottaessa (Holappa 2014.)

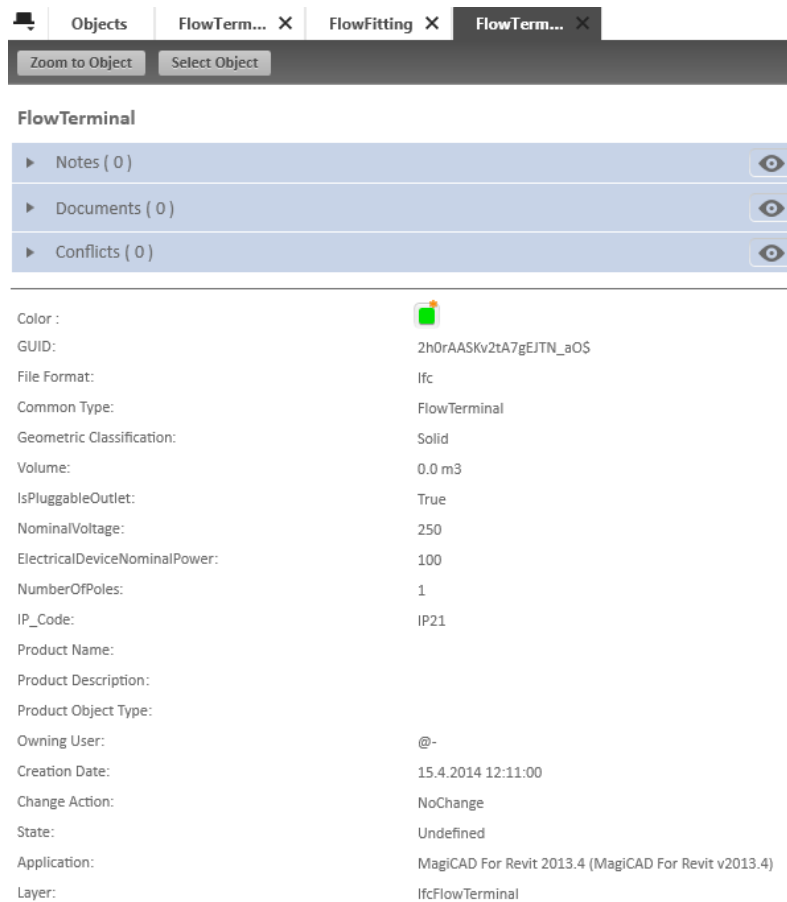
Nyt voidaan tarkastella komponentin siirtymisen lisäksi, mitä kaikkea tietoja siirtyi komponentin mukana. Aikaisemmin kuvassa 36 nähtiin, mitä määriytyksiä *Revit* -ohjelmistossa on annettu komponentille.

Tekla BIMSightilla -komponenttia tarkastellessa kuvassa 41 ja taulukosta 1 nähdään, että komponentille määritetty tieto on siirtynyt IFC-tiedostoon.

TAULUKKO 1. Siirtyneet tiedot, kun tarkastelussa lähemmin pistorasia objekti *BIMSightilla* (Holappa 2014.)

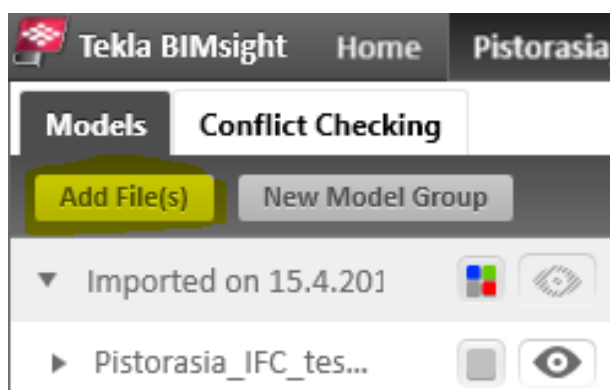
Liitetty tieto	IFC-malli
3D-kuva	x
Käyttöjännite	x
IP-luokka	x
Aktiiviteho	x
Luomispäivä	x
Mitat	x
Sähköryhmä	x
Tuotekuvaus	x
Käyttäjä numero	x

- X tarkoittaa, että syötetty tieto on siirtynyt IFC:hen.



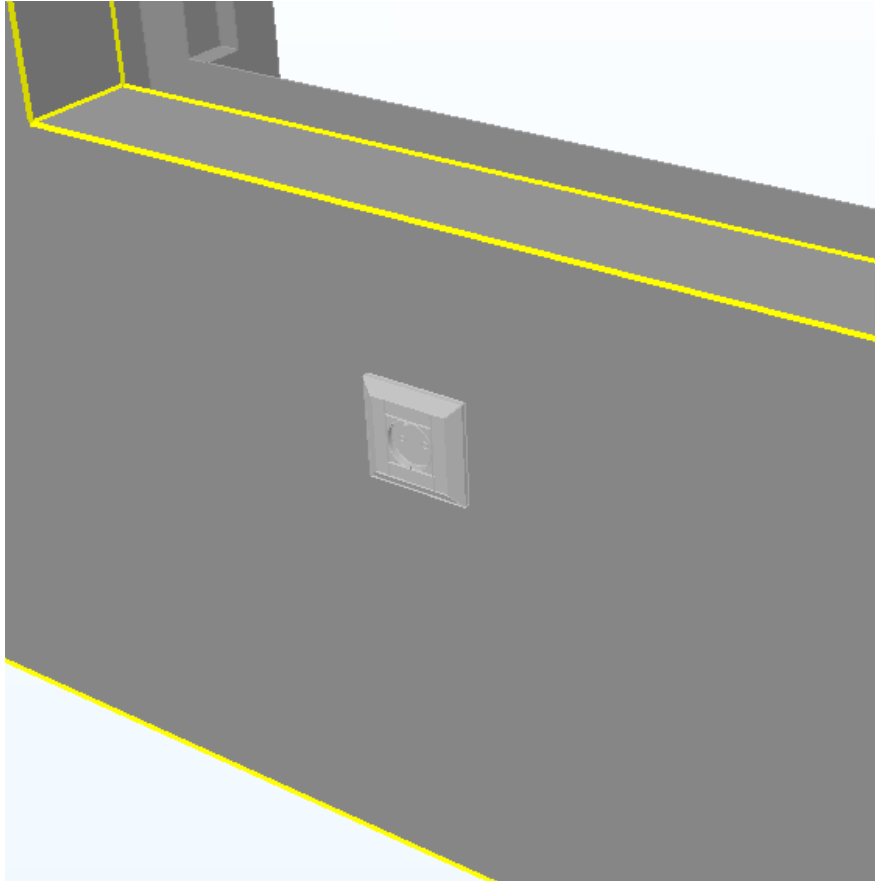
KUVA 41. *TeklaBIMsight*lla avattu komponentin tiedot (Holappa 2014.)

Mikäli komponenttia halutaan katsoa aiemmin esitellyssä (kuvan 14) mallissa, onnistuu katsominen *TeklaBIMsight*lla lisäämällä samaan näkymään sekä komponentit ja elementtitalopohja. Näkymän saaminen edellyttää kuvassa 42 näkyvän *Add File(s)*-painikkeen painamista, minkä jälkeen valitaan tuotavan mallin IFC-tiedosto.



KUVA 42. Toisen mallin liittäminen pistorasia IFC-mallin päälle (Holappa 2014.)

Tämän jälkeen komponentti näkyy kohteen kanssa samassa näkymässä kuvan 43 tapaan. Kuvasta voidaan päätellä, että komponentti on sijoittunut malliin oikein.



KUVA 43. 3D-näkymä komponentista, kun sitä katsellaan *BIMSightilla* (Holappa 2014.)

5.7 IFC-tiedonsiirto usealla komponentilla

Tutkimuksessa testattiin yhden komponentin siirron lisäksi IFC-tiedoston viemistä ulos *Revitistä* monella eri komponentilla samaan aikaan. Siirtämisessä tutkittavana olivat turvakamera, tikashylly kaapeleille, ryhmäkeskus sekä valaisimet (3D-mallit objekteista luvussa 3.3). IFC-tiedon siirtoa tutkittiin aiemmilla tavoilla eli ensiksi *Autodesk Revit*-ohjelmistoa käyttäen, minkä jälkeen tutkittiin *MagiCAD*-liitännäisellä tapahtuvaa tiedonsiirtoa. Tutkimuksessa käytettiin IFC-tiedonsiirron tutkimisessa aikaisemman tavan mukaan *Tekla BIMSight*-ohjelmaa. Taulukoihin on merkitty X:llä siirtynyt tieto ja ruutu on jätetty tyhjäksi, jos siirtynyttä tietoa ei näkynyt tarkastelussa.

TAULUKKO 2. Tikashyllyn siirtyneet tiedot, kun tarkastellaan *Tekla BIMSightilla* (Holappa 2014.)

Tieto	Autodesk Revit	MagiCAD-liitännäinen
Origo (X,Y,Z)	x	
Paksuus	x	
Mitat	x	x
Materiaali	x	
Luomispäivä	x	x
Asennuskorkeus	x	

Taulukosta 2 voidaan päätellä, että *Autodesk Revit*-ohjelmistolla siirretty IFC-tieto sisältää paljon yksityiskohtaisemman IFC-tiedon. Tutkimuksessa esimerkiksi huomasi, että mitat IFC:ssä ovat erittäin paljon suppeammat *MagiCADilla* siirrettäessä, kuin *Revitin* omilla toiminnolla. Tikashyllystä *MagiCADilla* siirrettäessä on tiedetään vain hyllyn pituus, leveys ja korkeus. Kun taas *Revitin* IFC:ssä IFC-tieto sisältää näiden lisäksi mm. tarkan origon sijainnin, vahvuuden, materiaalin sekä asennuskorkeuden.

TAULUKKO 3. Valaisimen siirtyneet tiedot, kun tarkastellaan *Tekla BIMSightilla* (Holappa 2014.)

Tieto	Autodesk Revit	MagiCAD-liitännäinen
Origo (X,Y,Z)	x	
Ryhmä	x	x
Mitat	x	x
Valmistaja	x	x
Luomispäivä	x	x
Asennuskorkeus	x	
IP-luokitus	x	x
Teho (W)	x	x

Taulukosta 3 huomataan, että tässäkin objektissa on tieto paremmin siirtynyt IFC:hen *Revitin* omalla toiminnolla. Molemmilla tavoilla IFC-tiedot ovat hyvin laajat ja molemmilla tavoilla valaisimen siirto tietomalliin onnistuu.

TAULUKKO 4. Ryhmäkeskukset siirtyneet tiedot, kun tarkastellaan *Tekla BIMSightilla* (Holappa 2014.)

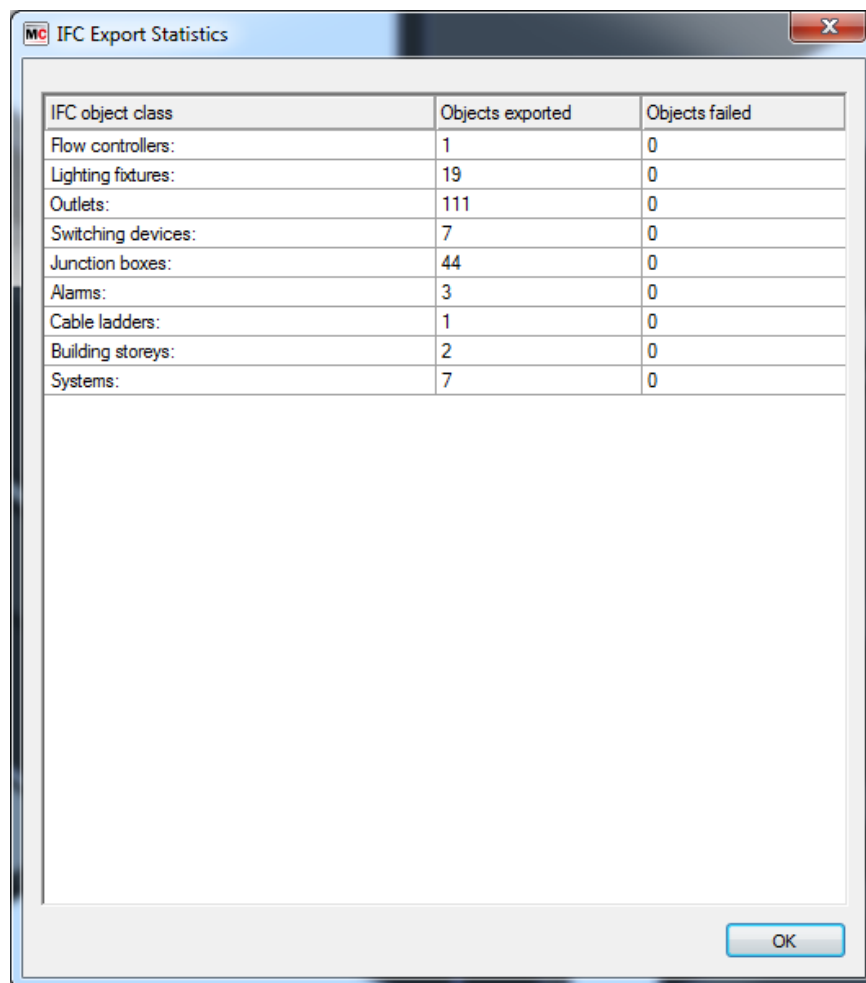
Tieto	Autodesk Revit	MagiCAD-liitännäinen
Origo (X,Y,Z)	x	
Ryhmä	x	x
Mitat	x	
Valmistaja	x	
Sähkötieto	x	x
Asennuskorkeus	x	
IP-luokitus	x	x

Taulukosta 4 huomataan, että *MagiCADilla* siirrettäessä IFC-tieto on jäänyt hyvin suppeaksi verrattuna mitä tietoa siirtyi *Revitillä* IFC:hen. *MagiCADilla* siirrettäessä puuttuvat keskukselta tarkat mitat, valmistaja, asennuskorkeus ja tarkka sijainti tietomallissa.

TAULUKKO 5. Valvontakameran siirtyneet tiedot, kun tarkastellaan *Tekla BIMSightilla* (Holappa 2014.)

Tieto	Autodesk Revit	MagiCAD-liitännäinen
Origo (X,Y,Z)	x	
Ryhmä	x	x
Mitat	x	x
Valmistaja	x	
Sähkötieto	x	x
Asennuskorkeus	x	
IP-luokitus	x	x

Taulukosta 5 voidaan nähdä, että valvontakamerasta ei ole siirtynyt *MagiCADilla* kuin ryhmätieto, kameran mitat, sähkötieto sekä IP-luokitus. Kameran valmistaja ja tarkka sijainti tietomallissa ei sisälly komponentin tietoihin, kun käytetään *MagiCAD-liitännäistä*.



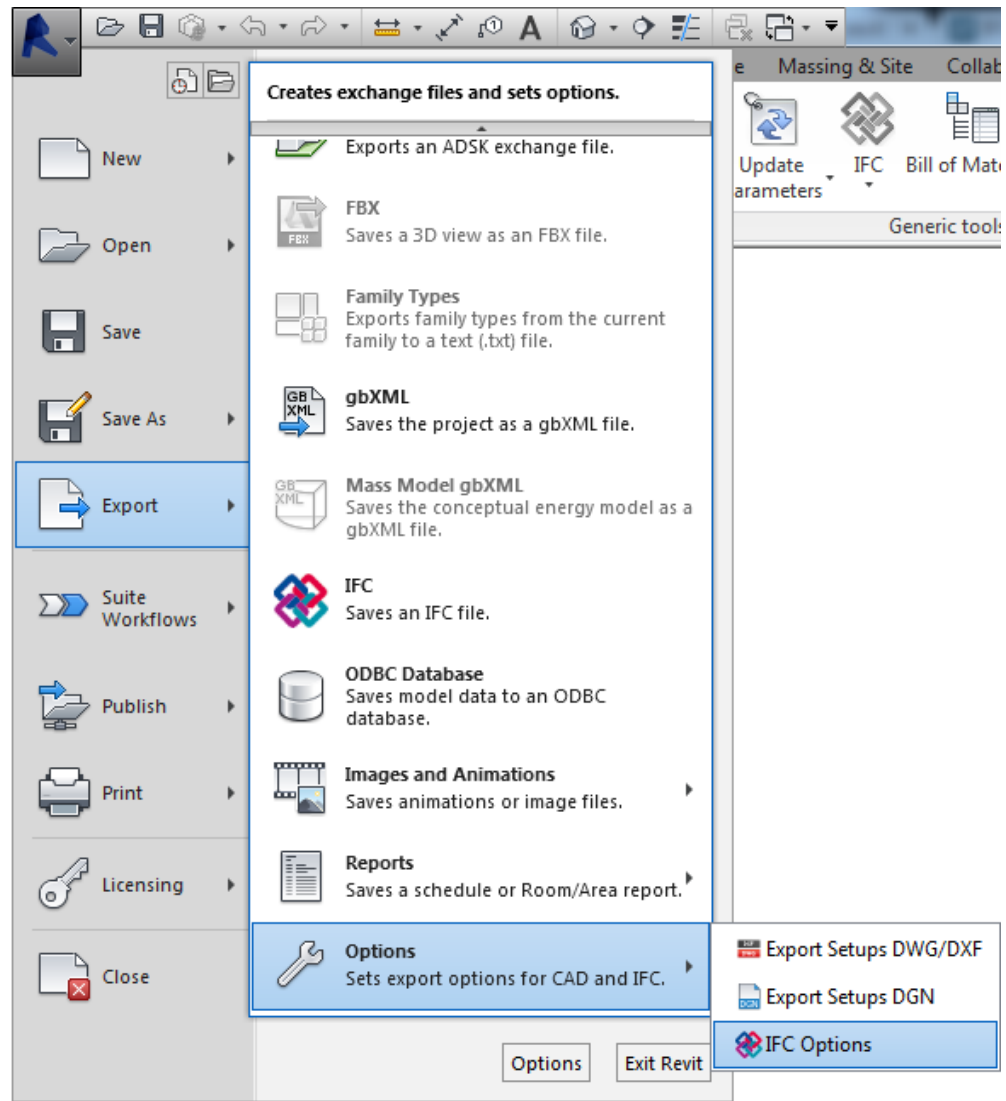
IFC object class	Objects exported	Objects failed
Flow controllers:	1	0
Lighting fixtures:	19	0
Outlets:	111	0
Switching devices:	7	0
Junction boxes:	44	0
Alarms:	3	0
Cable ladders:	1	0
Building storeys:	2	0
Systems:	7	0

KUVA 44. Siirrettyjen objektien määrät, kun käytössä *MagiCAD*-lisäosa (Holappa 2014.)

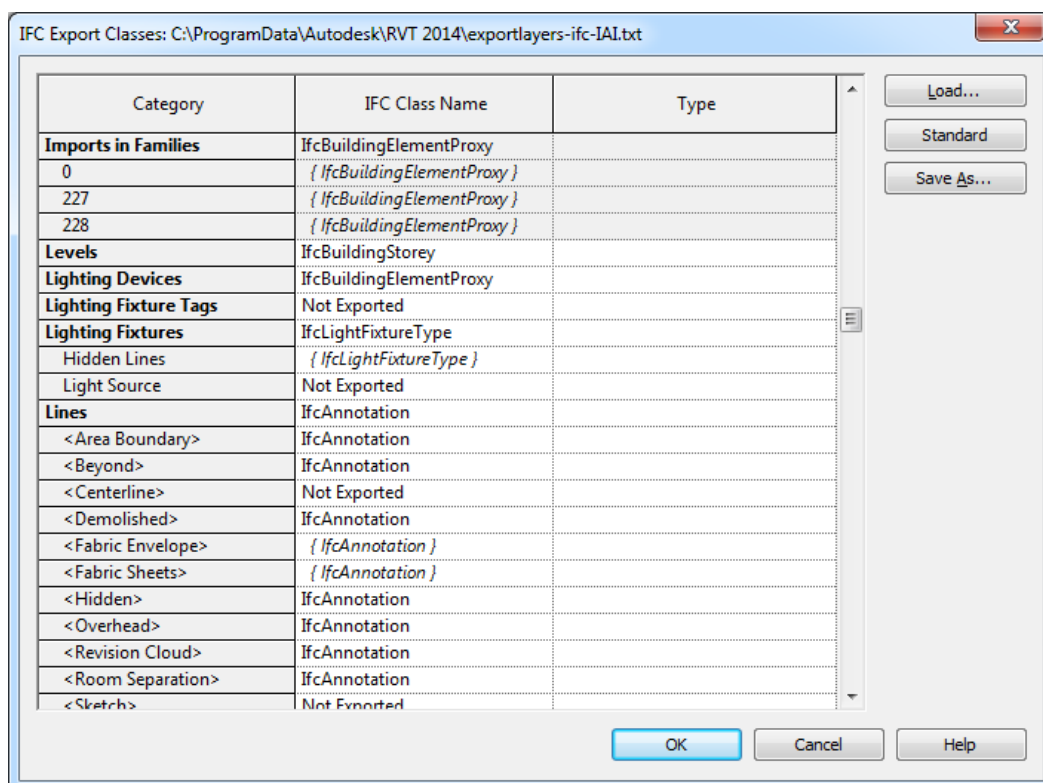
5.8 IFC-parametrien tarkastaminen

IFC-parametrien tarkastaminen *Revitillä* onnistuu avaamalla valikko kuvan 45 mukaan R-kuvakkeessa, minkä jälkeen Export -> Options -> IFC Options. Kuvan 46 ikkunan avauduttua, avataan olemassa oleva IFC-mapping-tiedosto "Load" -painikkeen takaa. Jos halutaan generoida uusi mapping-tiedosto, on klikattava "Standard" -painikkeesta.

Kuvassa 46 jokainen rivi esittää elementin kategoriaa tai alikategoriaa. Kategorioille mitä halutaan siirtää (exportata), on annettava asianmukainen *IFC Class Name* ja *Type*. Jos jokin rivi kategorioista on tyhjä, *Revit* yrittää arvata mikä kategoria on kyseessä. Mikäli arvaus ei onnistu, objektia ei siirretä. Kun arvot on syötetty, hyväksytään tiedot "OK" -painikkeella.



KUVA 45. IFC Options (Holappa 2014.)



KUYA 46. IFC Export Classes -ikkuna (Holappa 2014.)

5.9 Yhteenveto IFC-työkaluista

Tutkimuksen tuloksena voidaan todeta, että tuotaessa *Tekla Structures* -ohjelmasta IFC-tietoa *Autodesk Revit* -ohjelmistoon on vielä joitakin ongelmia ainakin siirrettäessä custom-elementtikomponentteja ohjelmasta toiseen. *Revitin* omilla työkaluilla sähkökomponentteja siirrettäessä mallista IFC:hen ei ole ongelmia, vaan komponenteille annetut tarkat tiedot siirtyvät toisella ohjelmalla luettavaan muotoon.

Kun *Revitissä* käytetään *MagiCAD* -lisäosan IFC-toimintoja tiedon viemiseen pois ohjelmasta, ei komponenteille annettu tieto ole yhtä tarkka, kuin siirrettäessä *Revitillä*. Komponentin tarkka origo- ja asennuskorkeuden tieto ei siirtynyt *Revitin* tapaan IFC:hen. Lisäosalla siirretty tieto on kuitenkin hyvin laaja ja tutkimuksissa havatuilla puutteilla ei ole ongelmia komponenttien käyttämisessä tietomallissa.

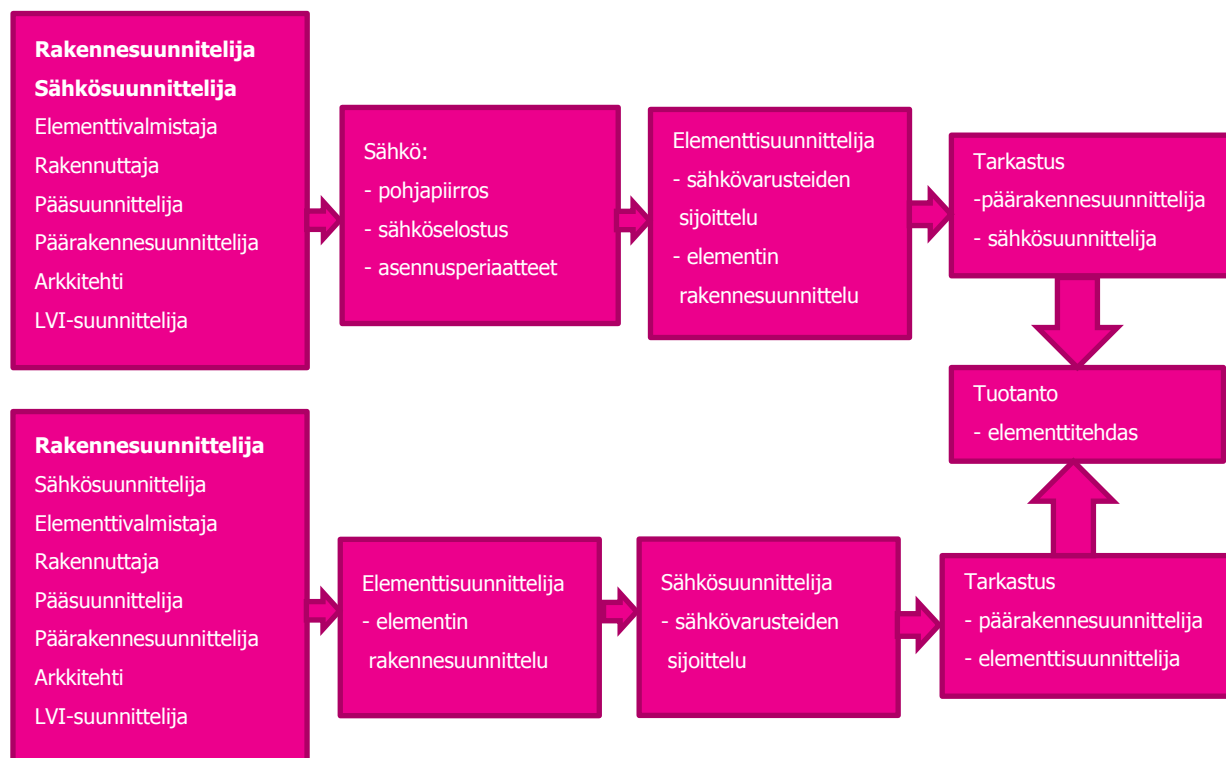
Se kumpaa tapaa kannattaa käyttää IFC-tiedonsiirtoon, riippuu siitä, mitä halutaan siirtää. Jos halutaan siirtää komponenttien lisäksi myös esim. elementtejä, kannattaa käyttää *Revitin* omia toimintoja ja pelkkiä komponentteja siirrettäessä käytetään *MagiCAD* -lisäosan IFC-exporting-toimintoja.

6 RAKENNUSKOHTTEEN ELEMENTTIEN SÄHKÖSUUNNITTELU

6.1 Elementtiirustuksien suunnittelu

Elementtiirustukset tulisi sisältää kaiken mitä elementtiin olisi tarkoitus upottaa ja tarkalleen mille kohdalle elementtiä, eli olisi merkittävä esimerkiksi kojerasian tarkka paikka mittoineen. Elementin valmistamiseen tarvitaan yhteistyötä työmaan, elementtitehtaan sekä eri suunnitteluosapuolten välillä, jotta saadaan laadukas lopputulos. Esimerkiksi jälkikäteen sähköasennuksien virheet ja puutteet ovat hyvin vaikea korjata, joten elementtien valmistus ja suunnittelu tulee toteuttaa huolellisesti. Parhaaseen lopputulokseen päästään, kun kaikilla osapuolilla eli toimijoilla on yhteisesti sovitut merkinnät ja työtavat. (Palolahti 2011.)

Alla olevassa kaaviossa 1 on Palolahden 2011 julkaistun Betoniteollisuuden ”Betonielementtien sähköasennukset” ohjeesta lainattu ja mallinnettu kaavio suunnitteluvaiheista.



KAAVIO 1. Elementtisuunnittelun eteneminen (Palolahti 2011.)

6.2 Reikäpiirustusmerkinnät

1. Reikien tarkoitusta osoittavat lyhenteet

- *IV = reikä ilmastointia varten*
- *LV = reikä lämpö-, vesi- ja viemäriputkia varten*
- *SÄ = reikä sähköasennuksia varten*
- *E = reikä erikoistarkoituksia varten (Sähkötieto Ry 1997.)*

2. Mittayksiköt

- *Mittayksikkönä on millimetri (ei merkitä näkyviin).*
- *Korkeusasemamerkinnöissä on yksikkönä metri (+24.000)*
- *Putkihylsystä merkitään aina sisämitta (Ø 65) (Sähkötieto Ry 1997.)*

3. Palkkeihin, seiniin ja pilareihin tehtävät reiät

Mittojen merkintä

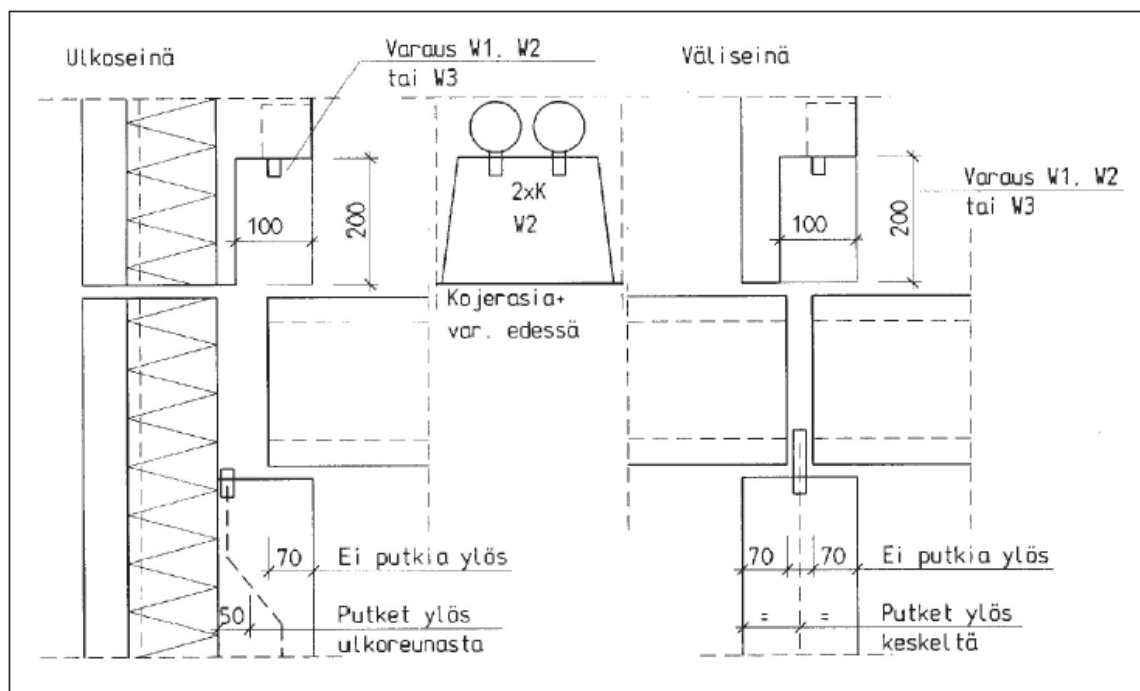
- *leveys × korkeus*
- *pyöreän reiän läpimitta*
- *putkihylsyn sisäläpimitta*

Korkeusasema

- *y = pyöreän Ø reiän **keskiön** etäisyys laatan alapinnasta (ellei mittaa y voida merkitä, merkitään reiän pohjan + korkeus)*
- *y = kulmikkaan aukon yläpinnan etäisyys laatan alapinnasta.*
- *reiät merkitään tasopiirustukseen lähtökohtana pilarikeskiö, väliseinän pinta, ulkoseinän sisäpinta tms.*
- *syvyys merkitään reikäpiirustusmerkintöjen mukaan. Syvyys merkitään esim. syv. 100. (Sähkötieto Ry 1997.)*

4. Laattoihin tehtävät reiät

- *Tasopiirustuksessa vaakasuuntainen reiän mitta merkitään ensin (lev. × kork.), ellei muuten ole merkitty.*
- *Syvennykset laatan ala- ja yläpinnassa merkitään ao. reikäpiirustusmerkintöjen mukaan.*
- *Putkivalussa esitetään katkoviivalla takapinnassa ja ehyellä viivalla etupinnassa (kaikki putket esitetään piirustuksessa). (Sähkötieto Ry 1997.)*



KUVA 47. Merkintätavat (Sähkötieto Ry, 1997.)

6.3 Elementtiirustusmerkinnät

Sähkövarusteiden mitoitus tehdään elementin valmistuspiirustuksiin. Mitat annetaan millimetreinä. Vaakamitoitus merkitään elementin ehjästä reunasta rasiin keskelle mitalla m , joka on yleensä $n \times 3M$ ($M = \text{moduulimitta} = 100 \text{ mm}$). Pystymitoitus merkitään elementin yläreunasta mitalla h , joka katsotaan asennuskorkeustaulukosta, ks. taulukko 7 tai annetaan. Yläreunaltaan vinojen elementtien pystymitoitus tehdään elementin yläreunasta käsin (mitta valmiin lattian pinnasta). Sähköputket ovat vakiona M20, ellei toisin mainita. Sähköputkien vaaka- ja vinovedot eivät ole mahdollisia (A2-94 kieltää). Sähköputket varustetaan jatkoholkilla ja rasiat nysillä. (Sähkötieto Ry 1997.)

MERKINNÄT

O = rasia edessä

\bullet = rasia takana

----- = putki takana, JM 20 ellei kokoa merkitty

_____ = putki edessä, JM 20 ellei kokoa merkitty

K = kojerasia

S = kaksoiskojerasia

J = jakorasia

$W1$ = varaus 200×200 syvyys 100 (1 putki)

$W2$ = varaus 200×270 syvyys 100 (2 putkea)

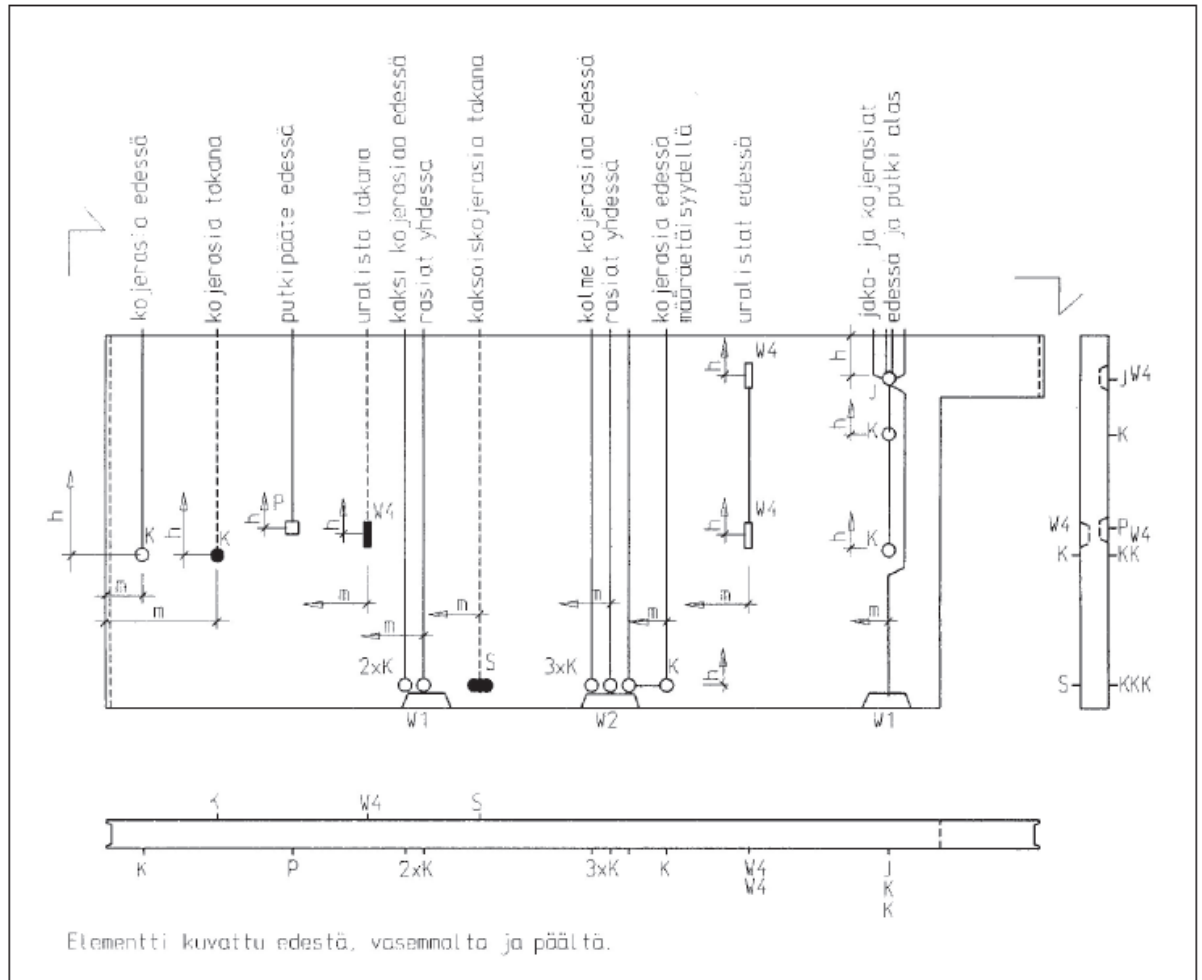
$W3$ = varaus 200×340 syvyys 100 (useampia putkia)

$W4$ = uralista 50×50 kork. = 150

Huom! Varaukset esitetään aina mitoin piirustuksissa. (Sähkötieto Ry 1997.)

– Sähköputkitus päätetään elementissä aina jatkoholkkiin.

– Jatkoholkista vähintään puolet pituudesta esiin betonivalusta. (Sähkötieto Ry 1997.)



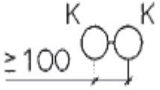
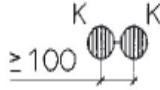
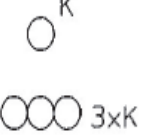
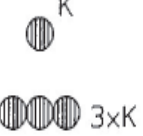




















KUVA 48. Esimerkki esitystapa elementin sähkösuunnitelmista (Sähkötieto Ry 1997.)

1. Ryhmätaulu tai telesennusten nousurasiat on ensisijaisesti pyrittävä sijoittamaan paikalla tehtävään levyrakenteiseen väliseinään, seinän runko 68 mm. (Sähkötieto Ry 1997.)

2. Mikäli asennus halutaan tehdä elementtiin, on mitoitus ja tarvikkeet tapauskohtaisesti yksilöitävä. (Sähkötieto Ry 1997.)

TAULUKKO 6. Ryhmätaulu (Sähkötieto Ry 1997.)

Etupinnassa	Takapinnassa	
		Jakorasiala (ENSTO AU 19) (STRÖMFORS RJ 08)
		Kojerasiat vakioetäisyydellä yhdyksynsä tai putki välissä Yhdyksynsä, erilliset peitelevyt sallittava (ENSTO PMR 490) (STRÖMFORS RVN 20)
		Kojerasiala (ENSTO AU 3.2) (STRÖMFORS RO-0 PLUS) n x K Kojerasiat yhdellä nysällä yhteinen peitelevy
		Kaksiskojoerasiala, huom. as. suunta (ENSTO AU 17.2) (STRÖMFORS RKO 12)
		Varaus (1) 200 x 200 syv. 100
		Varaus (2) 200 x 270 syv. 100
		Varaus (3) 200 x 340 syv. 100
		Uralista 150 x 50 x 50
		Läpivientihalkki (ENSTO AJ 9.16, AJ 10.20, AJ 10.25)
		Jatkohalkki (ENSTO AJ 16, AJ 20, AJ 25) (STRÖMFORS RJM 16, RJM 20, RJM 25)
		Päätelihalkki (ENSTO AJ 5.16, AJ 5.20)
		Putkinysä (ENSTO AN 16, AN 20, AN 25) (STRÖMFORS RN 16, RN 20, RN 25)

TAULUKKO 7. Yleiset asennuskorkeudet. Asennuskorkeudet merkitään piirustuksiin yksiselitteisesti (Sähkötieto Ry 1997.)

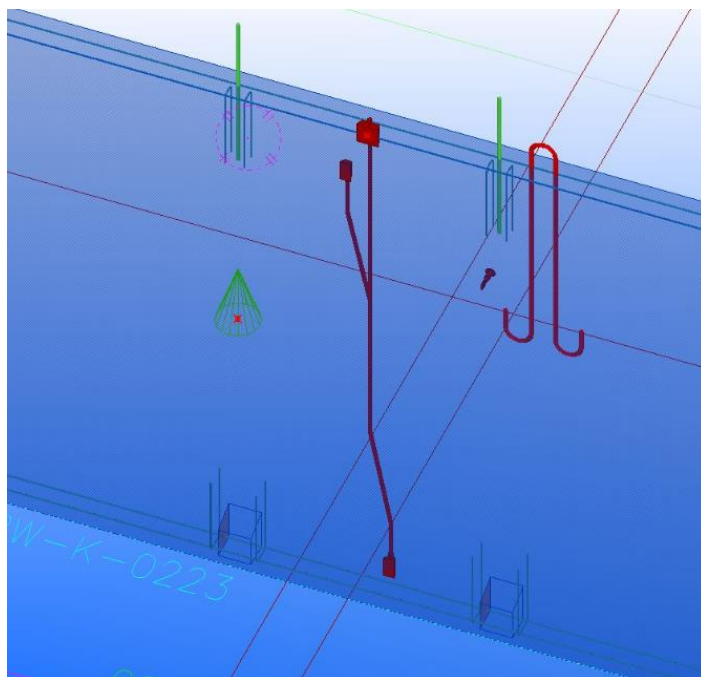
ASENNUSKORKEUDET YLEENSÄ	LATTIASTA mm
OHJAUSPISTEET	
Kytkimet yms.	1 000
Termostaatit, merkinantokojeet yms.	1 400
Palohälytyspainike	1 700
PISTORASIA, TELEPISTEET	
Asuinhuoneet	200
Pesu- ja kylhuon. Vanha A1-mukainen tapa	1 800
Pesu- ja kylhuon. Nykyisin	800 tai 1 000
Siivous	1000 tai 1 800
Porrashuone, kellarikäytävä	1 800
Parveke alatapa	300
Keittiön työpöytä	1 000 tai 1 200
Astianpesukone (viereisessä kaapissa)	300
Kylmäkaappiyhdistelmä	2 200
Liesituuletin	1 800
Lieden pistorasia tai liitántarasia	300
Soittokello	2 200
SEIVÄVALOPISTEET	
Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitántä (Peilin päällä)	1 900*
* Jos lattialle tulee pintalaatta, on korkeudet määritettävä erikseen.	
Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitántä (Pelin sivulla)	1 700
Kaapistot matalalla	1 300
Keittiön työtaso	1 300
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1 380
Kaapistot korkealla	1 400
JAKORASIA	2 200

6.4 *Tekla Structures* -ohjelmiston sisältämät elementtien sähkösuunnittelukomponentit

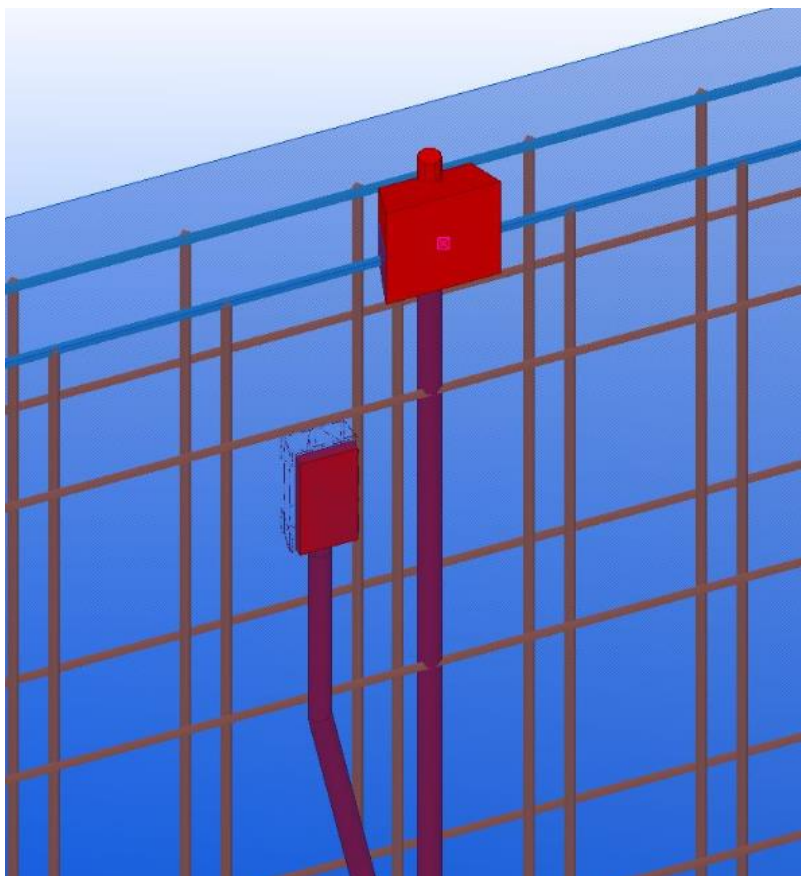
BEC2012-elementtisuunnittelun mallinnusohjeessa on esitelty, kuinka sähkötarvikkeet elementtikohteissa liitetään elementtisuunnitelmaan, kun käytetään *Tekla Structures* -ohjelmistoa. *BEC2012* on mallinnusohje elementtisuunnitteluun. Ohjeen toteutuksessa mukana ovat mm. betonielementtiteollisuus, rakennesuunnittelijat ja Tekla Oyj. (*BEC2012*.)

Sähkösuunnittelija tekee perinteisesti elementteihin lisättävät sähköistykset 2D-piirustuksina, tai nykyisin rakennesuunnittelijat ovat alkaneet lisätä *Tekla Structuresiin* sähkötarvikkeet suoraan malliin, jolloin sähkötarvikkeista saadaan myös tarvikelistat. Jos sähkösuunnittelija piirtää perinteisin 2D-mallein sähköistykset, on hänelle lähetettävä elementistä dwg-piirustus, jonka päälle sähköistykset piirretään kuvan 48 mukaisesti. Tämän jälkeen sähköpiirustus liitetään takaisin *Tekla* piirustukseen, joko omalle A3-paperille tai sovittamalla toisen näkymän päälle. (*BEC2012*.)

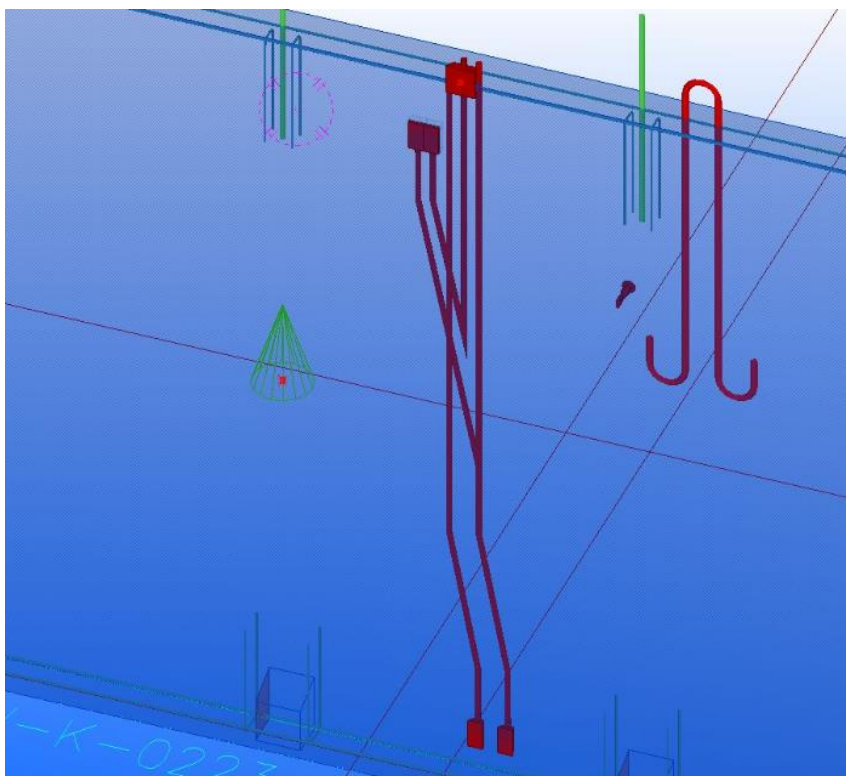
Taulukossa 6 on listattu komponentit sekä niiden piirustusmerkinnät, mitä tarvitaan yleisesti elementtien sähkösuunnitteluun. *Tekla Structuresissa* on ainoastaan yksi sähkökomponentti, mutta sekään ei vastaa suunnittelijoiden tarpeita. Kuvissa 49-52 on esitelty *Tekla Structures* -ohjelmiston sähkökomponentteja ja kuvassa 52 on esitelty, minkälaisia sähköpiirustukset pitäisi olla elementtisuunnittelussa kun käytetään *Tekla Structures* -ohjelmaa.



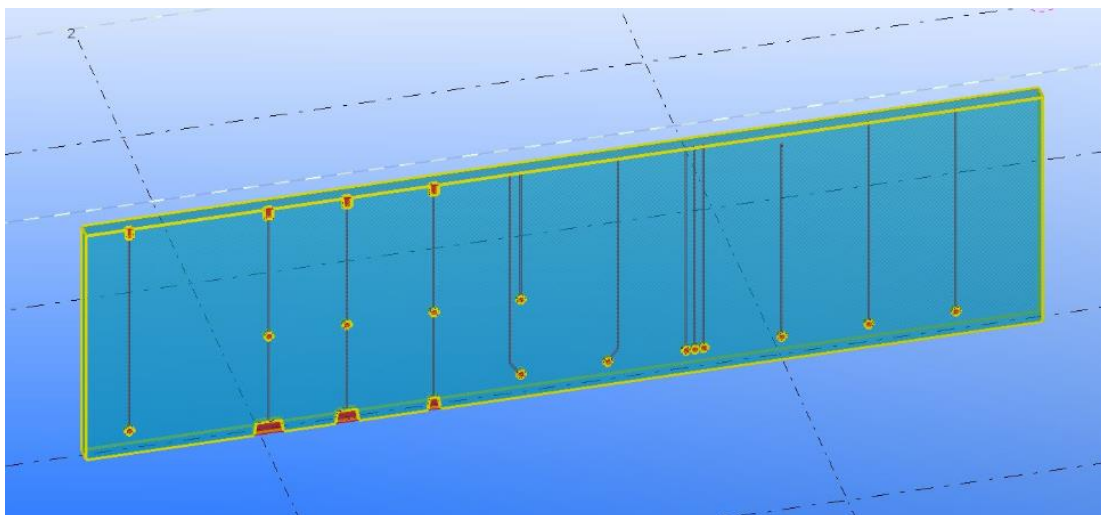
KUVA 49. Kuvassa *Tekla Structuresin* -sähkökomponentteja (Junkkarinen 2014.)



KUVA 50. Kuvassa *Tekla Structuresin* -sähkökomponentteja (Junkkarinen 2014.)



KUVA 51. Kuvassa huomataan, miten komponentit eivät yhdisty keskenään oikein (Junkkarinen 2014.)



KUVA 52. *Tekla Structuresiin* kehitteillä olevalla lisäosalla elementtiin luodut sähköpiirustukset (Junkkarinen 2014.)

Elementtien sähkötarvikkeet voidaan mallintaa *Teklassa* käyttäen terästyökaluja ja terästyökalut lisätään elementtiin normaalisti sub-assemblyinä. Putkituksien mallintaminen onnistuu vaihtoehtoisesti myös raudoitetyökaluilla. Materiaalina käytetään "SÄHKÖ", minkä jälkeen sähkötarvikkeet listautuvat tarvikeluetteloon. Sähkökomponenttien mallintaminen on tällä tavalla kuitenkin varsin työlästä, ja sen vuoksi monet *Teklaa* käyttävistä yrityksistä ovat oma-alotteisesti alkaneet kehittämään omia lisäosiaan *Tekla Structures* -ohjelmistoon sähkösuunnittelun helpottamiseksi. (BEC2012.)

7 TULOKSET JA POHDINNAT

Opinnäytetyön tarkoituksena oli testata kahden erilaisen rakennesuunnittelussa käytettävän ohjelman IFC-tiedonsiirtoa ja elementtikohteiden sähkösuunnittelussa tarvittavia piirustuksia, komponentteja sekä standardeja.

Tutkimuksessa selvisi, että kun sähkösuunnitelmia tehdään elementtikohteisiin perinteisin piirustusmenetelmin, käytetään yleisesti käytössä olevia tapoja, jotka ovat:

- ST13.35 = Suositus reikäpiirustus- ja elementtipiirustusmerkinnöiksi
- BEC2012 = Elementtisuunnittelun mallinnusohje.

Mikäli kohteessa käytetään tietomallinnusta, lisätään edellä mainittuun listaan *YTV2012 (Yleiset tietomallivaatimukset 2012)*. Jos yleisimpiä suosituksia ei käytetä, käytetään yhteisesti projektissa sovittuja tapoja.

Tutkimuksen perusteella sähkösuunnitelmia tehdään vielä pääosin perinteisin menetelmin, vaikka elementtikohteesta olisi käytössä tietomalli. Kuitenkin sähköpiirustuksia pyritään siirtämään myös yhteiseen tietomalliin. Lisäksi törmäystarkastelut voidaan tehdä kokonaan etukäteen ennen rakentamista. Sähköpiirustuksia ei tarvita kuitenkaan tietomalliin, jos asiakas ei niitä vaadi.

Työssä selvisi myös, että *Teklassa* laaditun oman elementtitalon IFC-mallissa olevia räätälöityjä komponentteja ei voitu siirtää *Revit*-ohjelmistoon ilman virheitä. Näin ollen vielä *Teklan* puolella on selvitettävää, miten saadaan IFC-malliin räätälöityjenkin elementtien sisältämät tarkat tiedot.

Autodesk Revit-ohjelmistosta selvisi, että se osaa ottaa jonkinlaista IFC-tietoa vastaan sen omilla toiminnoilla sekä erillisten lisäosien avulla. *Tekla Structures*-ohjelmistosta tuotavaa IFC-tietoa kannattaa tuoda ennemmin *Import from Tekla*-liitännäisellä.

*Revit*illä laaditun sähköpiirustusmallin komponenttien IFC-tiedon vieminen onnistui omilla työkaluilla sekä *MagiCAD*-lisäosan avulla. *Revit*in omilla työkaluilla komponenttien ohjelmasta ulos viemisen lisäksi myös elementtien siirtäminen IFC-malliin onnistui. Vastaavasti *MagiCAD*-toiminnoilla saatiin siirrettyä IFC-malliin vain komponentit. Komponenttiin liitetyt arvot, mitat ja muut tiedot siirtyivät onnistuneesti toisella ohjelmalla luettavaan muotoon. Tutkimuksessa huomattiin myös, että *Revit*in omilla työkaluilla siirrettäessä komponenttien tuotetiedot olivat huomattavasti laajemmat kuin vastaavasti *MagiCAD*in IFC-export-toiminnolla.

Työn aikana havaittiin, että *Autodesk Revit*-, *MagiCAD*- ja *Tekla*-ohjelmistojen itsenäinen opiskelu vaatii paljon aikaa. Täysi hyöty näistä ohjelmista saavutetaan suunnitteluprojekteissa vasta, kun ohjelmien käytöstä on paljon enemmän kokemusta. Tietomallipohjaisen suunnittelun opetteleminen vaatii ohjelmien opetteluun lisäksi huomattavan paljon aikaa ja perehtymistä suosituksiin sekä standardeihin.

Tämä tutkimus on perusselvitys seuraavalle hankkeelle, jossa tutkitaan huomattavasti perusteellisemmin *Tekla Structures*-ohjelmistossa elementtien sähkösuunnittelua ja ohjelmistossa olevia puutteita. Lisäksi tutkimuksessa mahdollisesti tehdään *Teklaan* omia komponentteja ja tutkitaan, tarvitaanko *Teklaan* esimerkiksi oma työkalu (plugin) komponenttien lisäämiseksi.

LÄHTEET

- AUTODESK 2014a. Yleiskatsaus Revitistä [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-04-02.] Saatavissa: <http://www.autodesk.fi/products/autodesk-revit-family/overview>
- AUTODESK 2014b. Exporting a Project to IFC [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-04-13.] Saatavissa: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2014/ENU/?guid=GUID-14037C31-EBAD-41A8-9099-E6DD65BB626E>
- BEC2012. Elementtisuunnittelun mallinnusohje [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-05-02.] Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23891/BEC%202012-Elementtisuunnittelun%20mallinnusohje.pdf>
- BUILDINGSMART, 2014. IFC versions [Spesifikaatio]. [Viitattu 2014-04-13.] Saatavissa: <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications>
- IFC 2014. Wikipedia [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-05-01.] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/IFC>
- INSINÖÖRITOIMISTO OLOF GRANLUND 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 – Osa 4. Talotekninen suunnittelu [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-04-02.] Saatavissa: http://files.kotisivukone.com/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_4_tate.pdf
- JOKI-KORPELA, Risto 2001. Tietokoneavusteinen suunnittelu / AutoCAD [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-04-02.] Saatavissa: <http://cs.joensuu.fi/~rjokik/la.htm>
- JUNKKARINEN, Jussi 2014. Tekla Structuresin sähkökomponenttikuvat [kuva].
- KARSTILA, Kari ja SEREN, Kalle 2002. OP1.1: Selvitys IFC-spesifikaation tilanteesta [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-03-27.] Saatavissa: http://virtual.vtt.fi/virtual/proj6/proit/julkiset_tulokset/proit_ifc_spesifikaatiot_selvitys.pdf
- KUITUNEN, Jarno 2007. 3D SÄHKÖSUUNNITTELU JA TIETOMALLIT. Tampereen ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulusohjelma [Opinnäytetyö]. [Viitattu 2014-04-02.] Saatavissa: <http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9853/Kuitunen.Jarno.pdf?sequence=2>
- LIEBICH, Thomas 2013. IFC Overview on "What's new" [kuva]. [Viitattu 2014-04-02.] Saatavissa: http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases/ifc4-release/buildingSMART_IFC4_WhatisNew.pdf
- MAGICAD 2014a. MagiCAD esitteet, MagiCAD-yleisesite (FIN) [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2014-04-12.] Saatavissa: http://www.magicad.com/sites/default/files/files/PDF_brochures/FIN/MagiCAD%20brochure%202012%20FIN%20web.pdf
- MAGICAD 2014b. MagiCADissä nyt yli miljoona älykästä 3D-tuotemallia [uutinen] [Viitattu 2014-04-12.] Saatavissa: <http://www.magicad.com/fi/content/20022014-magicadiss%C3%A4-nyt-yli-miljoona-%C3%A4lyk%C3%A4st%C3%A4-3d-tuotemallia>
- MAGICAD 2014c. Progman yhdistää voimat Glodonin kanssa ja vahvistaa asemaansa Pohjoismaissa ja Euroopassa [uutinen] [Viitattu 2014-04-12.] Saatavissa: <http://www.magicad.com/fi/content/01042014-progman-yhdistaa-voimat-glodonin-kanssa-ja-vahvistaa-asemaansa-pohjoismaissa>

NIEMIOJA, Seppo 2005. Arkkitehdin tuotemallisuunnittelu, Yleiset perusteet ja ohjeita [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2014-04-03.] Saatavissa:

http://arkit.tkk.fi/kurssit/A91181/tuotemallintamisen_peruskasitteet.htm

PALOLAHTI, Tuomas 2011. Betonielementtien sähköasennukset. [ohje]. [Viitattu 2014-04-24.]

Saatavissa: http://asv.fi/files/documents/pdf/betonielementtien_sahkoasennusohje.pdf

PENTTILÄ, Hannu 2009. Mikä tekee projektista BIM –projektin ? [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2014-04-24.]

http://www.mittaviiva.fi/hannu/BIM_project/index_bim_basics.html

SÄHKÖTIETO RY 1997. ST 13.35 Suositus reikäpiirustus- ja elementtipiirustusmerkinnöiksi

[standardi]. [Viitattu 2014-3-02.] Saatavissa: <http://cs.joensuu.fi/~rjokik/la.htm>

TEKLA 2014a. Tekla Structures tuote-esittely [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2014-04-09.] Saatavissa:

<http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-structures>

TEKLA 2014b. TeklaBIMsight tuote-esittely [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2014-04-09.] Saatavissa:

<http://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-bimsight>

VTT 2009. Tietomalli ja työmaan turvallisuus [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2014-04-26.] Saatavissa:

http://www.vtt.fi/files/projects/turvabim/turvabim_loppuraportti_090312.pdf

LIITE 1: TEKLA LIITÄNNÄISEN ASENNUS- JA KÄYTTÖOHJEET



Quick start guide

Tekla Structures interoperability with Autodesk Revit

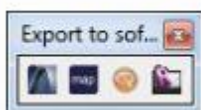
Exchanging model information between Tekla Structures and Autodesk Revit is simple and reliable using an intelligent link created by Tekla. Supported version for the link are; Tekla Structures v18.0 and above. Autodesk Revit 2013 and above.

Best results are experienced Tekla Structures 18.1 or later and Revit 2014 or later.

The link is in two parts; with installations required in Tekla and Revit.

- **The Tekla Structures User** can export a Revit compatible version of requested parts of the Tekla model by installing the appropriate Export to Software extension
- **The Autodesk Revit User** can import requested Tekla model parts and use them within Revit software by installing the Import from Tekla Add-in. Ensure that you discuss with the Tekla user exactly what content you require, since not all modeled elements in the Tekla model are likely to be of use to you.

The Tekla User; Steps to Export from Tekla Structures to Revit



1. Discuss with the Revit user what model information they require. It is unlikely that the whole Tekla model is required.
2. Install the Export to Software Extension

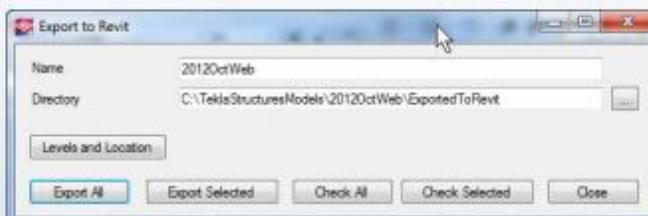
3. Launch Tekla Structures

4. Click on the 'Export to Revit' button in the 'Export to Software' toolbar.

5. Click on the Levels and Location button.

Manually add the height and names of each level / story of the building.

6. Also in the Levels and Location window; you may enter Origin offset information as you have calculated compared to the Revit model.



7. Select objects to be exported by 'Export Selection' or by 'Export All'. Be sure that you only send objects that have been specifically requested, since the Revit User may not wish to see all highly detailed parts common to Tekla models.



9. Select Check model. Note that curved members and complex geometries will be classified as BREPS*. They will go into Revit as individual families. The user can choose to include them/exclude them through the relevant selection.

10. Export. A special Revit compatible file is created containing dedicated Revit 2013 information (ifcZIP file).

Kuvassa ohjeet *Tekla Structures* -ohjelmiston käyttäjille, kun siirtämässä tiedostoa .ifcZIP muotoon.

Quick start guide

Tekla Structures interoperability with Autodesk Revit

The Autodesk Revit User; Steps to Import from Tekla

1. Discuss with the Tekla user which Tekla model parts you require for your work (e.g. slabs and columns but not reinforcing bars).
2. Install the Import from Tekla Add-In from the Tekla.com website.
3. Launch Autodesk Revit.
4. Go to Add-Ins tab and select 'Import from Tekla'.
5. Browse to the sent ifcZIP file.
7. Click Import.
8. If you have requested a substantially detailed model from the Tekla User, the import process could take a considerable time.
9. Once complete, close the UI and the imported model will be visible in the Revit 3D view. Depending on original complexity of the model, Tekla authored objects are now available correctly placed and organized as Revit 2013 native objects.
10. You will notice that Void objects were created during the import. The objects were created because of limitations in using 'cuts' in the Revit API at the time of writing. Autodesk are currently reviewing this limitation of their API. These voids can be made invisible by using a view filter in Revit.



*Importing Objects into Revit: Notes

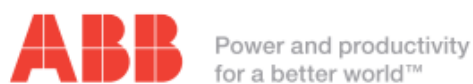
- If you wish to update the structural model, simply re-import the new IFCZIP file as created by the engineer. All Revit ID's are maintained between updates so if you have dimensioned back to structure or added hatching, these notations and overrides will be maintained.
- Where objects have not been able to be imported in Revit correctly, we will replace the failed imported object with, in the best case, a solid object which you can then dimension, hatch, annotate etc. . Standard types of objects, such as steelwork based on national steel profile standards, rectangular or circular columns etc will import more easily than complicated parts which are highly specialized.

Please feel free to contact us at Tekla_Revit_Feedback@Tekla.com if you have any feedback that you would like to offer. We greatly appreciate hearing from you.

*For more detailed information please refer to the 'Tekla interoperability with Autodesk Revit' webpage on Tekla.com or contact your local area Tekla Office or Reseller.

Kuvassa ohjeet *Import from Tekla* -liitännäisen käyttäjille *Autodesk Revit 2014* -ohjelmistolle.

LIITE 2: TUOTEKORTTI



TUOTEKORTTI

15.4.2014

20EUJKS-212

Nimi: **Pistorasia**
 Pistorasia, Jussi, 1-os, maad, jousiliittimin
 Jussi

Tyyppi: 20EUJKS-212

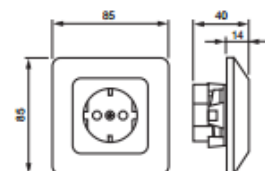
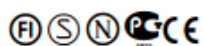
EAN: 6410025064316

Snro: 2506431

Kuvaus: Pistorasiassa on liittimet kutakin kosketinta kohden. Liittimiin voi kytkeä max 2 johtoa. Liittimet on hyväksytyt ML ja MK johtimille. Ei lisäliittämiä.

Pakkaus: 10/100

Yksikkö: KPL



Tekniset tiedot

Kotelointiluokka: IP 21

Nimellisjännite (V): 250 V

Nimellisvirta (A): 16 A

LIITE 3: LISTA IFC:TÄ TUKEVISTA OHJELMISTOISTA

TAULUKKO 7. IFC2x3:sta käyttävät ohjelmistot (IFC 2014.)

Ohjelma	Valmistaja	Ohjelmistotyyppi
Active3D	<i>Archimem Group</i>	
Allplan	<i>Nemetschek Group</i>	arkkitehtisuunnitteluohjelmisto
ArchiCAD	<i>Graphisoft /Nemetschek Group</i>	arkkitehtisuunnitteluohjelmisto
AutoCAD Architecture	<i>Autodesk</i>	arkkitehtisuunnitteluohjelmisto
Bentley Architecture	<i>Bentley</i>	arkkitehtisuunnitteluohjelmisto
CADiE Sähkö	<i>Cad-Q</i>	kiinteistön sähkösuunnitteluohjelmisto
CADS Planner Hepac Pro	<i>Kymdata</i>	lvi-tekniikan suunnitteluohjelmisto
CADS Planner Electric Pro	<i>Kymdata</i>	sähkötekniikan suunnitteluohjelmisto
DDS-CAD	<i>Data Design System</i>	talotekniikan suunnitteluohjelmisto
MagiCAD	<i>Progman Oy</i>	talotekniikan suunnitteluohjelmisto
Navisworks	<i>Autodesk</i>	ohjelmistoperhe mallien tarkasteluun, aikataulutukseen ja simulointiin
Revit Architecture	<i>Autodesk</i>	arkkitehtisuunnitteluohjelmisto
Revit Structure	<i>Autodesk</i>	rakennesuunnitteluohjelmisto
Revit MEP	<i>Autodesk</i>	talotekniikan suunnitteluohjelmisto
Solibri Model Checker	<i>Solibri</i>	mallien laadunvarmistusohjelmisto
Tekla Structures	<i>Tekla</i>	rakennesuunnittelu - ja työmaahallintaohjelmisto
Tekla BIMsight	<i>Tekla</i>	mallien yhdistely- ja törmäystarkasteluohjelmisto
Vizelia Facility Management	<i>Vizelia</i>	kiinteistönhallintaohjelmisto

LIITE 4: TIETOMALLIN TARKASTUSLOMAKE

Tietomallin tarkastusraportti

Paikka:	
Aika:	
Tarkastaja:	
Kohde:	
Versio:	
Versioiden päiväykset:	

	Kunnossa	Puutteita	Ei relevantt	Kommentit
Sähkömallin tarkastuslomake				
Tietomalliselostus				
Mallit sovittuina tiedostoformaateina (IFC ja muut sovitut tiedostot)				
Kerrokset on määritetty				
Komponentit on määritelty kerroksittain				
Sovitut / vaatimusten mukaiset komponentit on mallinnettu				
Komponentit on mallinnettu oikeilla työkaluilla				
Mallissa ei ole ylimääräisiä komponentteja				
Mallissa ei ole sisäkkäisiä tai tuplakomponentteja				
Mallissa ei ole merkittäviä komponenttien välisiä leikkauksia				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi LVI-mallin komponenttien kanssa				
Komponentit eivät törmää merkittävästi rakenteiden kanssa				
Komponenteilla on vain sovitunlaisia törmäyksiä arkkitehtirakenneosien kanssa				
Komponenteilla on positio- ja tunnustiedot liite 1:n mukaisesti				
Komponentit eivät leikkaa merkittävästi sähkömallin komponenttien kanssa				
Komponenteilla on vain sovitunlaisia törmäyksiä arkkitehtirakenneosien kanssa				
Järjestelmissä on laskentatietoa (vähintään tilavuusvirta ja painetasotieto)				

Allekirjoitus:

(BuildingSMART 2014.)

