

Siinto Kangas

Suunnitteluohjelmistojen soveltuvuus sähkö- ja tietoteknistenjärjestelmien tietomallinnukseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

11.1.2016

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Siinto Kangas Suunnitteluohjelmistojen soveltuvuus sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien tietomallinnukseen 34 sivua + 0 liitettä 11.1.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Jarno Nurmio
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tarkastella, kuinka hyvin tämän päivän suunnitteluohjelmistot soveltuvat tietomallipohjaiseen suunnitteluun, mitä ominaisuuksia niissä on ja minäkalaisia ominaisuuksia niihin kaivattaisiin. Tietomallinnusta helpottavien ominaisuuksien merkitys korostuu mallinnuksen yleistyessä ja vaatimusten tarkentuessa.</p> <p>Opinnäytetyössä on hyödynnetty aiempaa omakohtaista työkokemusta tietomallipohjaisesta suunnittelusta. Tässä opinnäytetyössä käytetyt sähkösuunnitteluohjelmistot ovat MagiCAD Electric ja CADS Planner Electric. Tukena arvioinnissa käytettiin sähköinfon ylläpitämää ST-kortistoa, SFS 6000 standardisarjaa sekä ohjaavan opettajan materiaaleja.</p> <p>Tämän työn tuloksena saatiin arvio sähkösuunnitteluohjelmistojen soveltuvuudesta tietomallipohjaiseen suunnitteluun.</p>	
Avainsanat	sähkösuunnittelu ohjelmistot, MagiCAD, CADS Planner, tietomallintaminen

Author(s) Title Number of Pages Date	Siinto Kangas The Suitability of Design Software in the Information Modelling of Electrical and ICT-Systems 34 pages + 0 appendices 11 January 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Power Engineering
Instructor(s)	Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to examine how well today's design software answers to the challenges raised by information modelling, what features they offer and what might still be missing. The importance of features to facilitate information modelling is emphasized by the increasing use of building information modelling and by rising requirement levels in the design of electrical and ICT-systems.</p> <p>In the making of this thesis advantage was taken of my first-hand experience acquired while working as an electrical designer on information modelling projects. The design software used in this thesis was MagiCAD electric and CADS Planner electric. As a support resources for electrical design, sähköinfo's database, "ST-cards" and SFS 6000 standard-series were used.</p> <p>As a result of this thesis, a review of the BIM features available in electrical system design software was produced.</p>	
Keywords	electrical design software, MagiCAD, CADS Planner, building information modelling.

Sisällys

Lyhenteet	3
1 Johdanto	4
2 Tietokoneavusteisen sähkösuunnittelun kehitys	4
2.1 Lähtökohdat ja nykytilanne	4
2.2 Suunnitteluohjelmistojen tulevaisuus	5
3 Tietomallipohjainen suunnittelu	6
3.1 Yleistä	6
3.2 IFC-standardi	7
3.3 Tietomallintaminen suomessa	7
3.4 Tietomallipohjaisen suunnittelun päätavoitteet	7
3.5 Talotekniikan -vaatimusmalli	8
3.6 Sähkö- ja telesuunnittelun järjestelmämallit	9
3.7 Mallien yhteensovitus	11
3.8 Haasteet	11
3.8.1 Yleistä	11
3.8.2 Tekijänoikeus ja tietomalli	13
4 Käsiteltävät suunnitteluohjelmistot	13
4.1 Yleistä	13
4.2 MagiCAD Electrical	14
4.2.1 Yleistä	14
4.2.2 Projektitietokanta	14
4.3 CADS Planner Electric 16	15
4.3.1 Yleistä	15
4.4 Solibri Model Checker	15
5 Suunnitteluohjelmistojen soveltuvuuden arviointi	16
5.1 Yleistä	16
5.2 3D-ominaisuuksien vertailu	17
5.3 Tuotetietojen käyttö	19

5.4	Törmäystarkastelut	21
5.5	IFC-ominaisuudet	23
5.6	BCF-yhteensopivuus	26
5.7	Elementtien sähköistys	29
5.8	Automaattinen laadunvarmistus	30
6	Yhteenveto	31

Liitteet

Lyhenteet

3D	Kolmiulotteinen
BIM	<i>Building Information Model</i> . Rakennuksen älykäs tuote-tietomallikokonaisuus
BCF	<i>BIM Collaboration format</i> . Avoin IFC-malliin oheen suunniteltu kommunikaatioformaatti.
CAD	<i>Computer Aided Design</i> . Tietokoneavusteinen suunnittelu
DWG	AutoCADin käyttämä tallennusmuoto
DXF	AutoDeskin kehittämä tiedonsiirtoformaatti
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i> . Tietomallipohjaisen suunnittelun käyttämä tiedonsiirtostandardi
ICT	<i>Information communications technology</i> . Tieto- ja viestintätekniikka.
LVISA	Lämpö, vesi, ilma, sähkö, automaatio. Talotekniikan osa-alueet.

1 Johdanto

Vaikka rakennuskohteiden kaksiulotteinen suunnittelu on edelleen yleistä, yhä useampi uudisrakennushanke toteutetaan tietomallipohjaisesti. Tietomalli on rakennuksen kolmiulotteinen digitaalinen malli, joka sisältää tiedot rakennukseen tulevista rakenteista ja laitteista. Tietomallivaatimusten kasvaessa myös käytettävien suunnitteluohjelmistojen tulisi pystyä vastaamaan samalla esiin nouseviin haasteisiin.

Tämä opinnäytetyö käsittelee yleisesti tietomallipohjaista sähkösuunnittelua ja pyrkii selvittämään, kuinka sähkösuunnitteluohjelmistot MagiCAD Electrical ja CADS Planner Electric Pro soveltuvat tietomallinnukseen, ja pohtimaan, mitä ominaisuuksia niihin kaivattaisiin tietomallimuotoisen sähkösuunnittelun avuksi.

2 Tietokoneavusteisen sähkösuunnittelun kehitys

2.1 Lähtökohdat ja nykytilanne

Ensimmäiset kaupalliset CAD-piirtämiseen soveltuvat graafiset ohjelmistot tulivat markkinoille 1960-luvulla, mutta tietokoneavusteinen 2D-piirtäminen yleistyi vasta 1980-luvulla. Jo 1990-luvun loppupuolella valtaosa rakennushankkeiden suunnittelusta toteutettiin tietokoneavusteisesti (Kuitunen, 2007, 9).

Vaikka 3D-taso-ominaisuudet tulivat suunnitteluohjelmistoihin jo 1980-luvun puolivälissä, varsinainen tietomallinnus on yleistynyt vasta 2000-luvulle tultaessa. Esimerkiksi Senaatti-kiinteistöt tiedotti vuoden 2006 lopussa, että tietomallitekniikka on riittävän kehittyntä otettavaksi käyttöön tavanomaisessa projektityössä. Senaatti-kiinteistöt on vaatinut IFC-standardin mukaisia malleja projekteissaan vuodesta 2007 alkaen. (Senaatti-kiinteistöt, 2007).

Sähkösuunnittelu on seurannut CAD-suunnittelun yleistä trendiä. Vaikka projekteja toteutetaan laajasti edelleen perinteisenä 2D-piirtona, ovat suurien rakennusalan toimijoiden yleistyneet vaatimukset tietomallisesta suunnittelusta lisänneet tietomallisuunnittelun tarvetta myös sähkösuunnittelussa. (Kuitunen, 2007, 9-10)

Tietokoneavusteisella suunnittelulla pyritään suunnittelutyön helpottamiseen, joka vuorostaan helpottaa suunnitelmien yleislaadun ylläpitämistä antamalla lisätyökaluja muun muassa tarkempien massaluetteloiden ja laskelmien tekemiseen. Usein mainitaan tietokoneavusteisen suunnittelun etuna se, että vaadittava suurempi tarkkuus ja selkeämpi esitystapa helpottavat suunnitelmapuutteiden havaitsemista, jolloin välttyään suunnitelmista johtuvien ongelmien aiheuttamilta lisäkustannuksilta rakennusvaiheessa.

2.2 Suunnitteluohjelmistojen tulevaisuus

Päällimmäisenä haasteena suunnitteluohjelmistoille tulevaisuudessa on tietomallinnuksen kehittyminen. Tietomallinnuksella pyritään siihen, että rakennushankkeista tehtäisiin sähköinen, todellisuutta vastaava tietomalli, joka pitää sisällään riittävät tiedot kohteen kokonaisvaltaiseen toteuttamiseen. On esitetty, että tietomalliin voidaan tulevaisuudessa liittää rakennuskomponenttien ja tekniikan lisäksi asennus- ja käyttöohjeita, sekä käyttöajan tietoja muun muassa energian, veden, jätteiden ja kävijämäärien osalta. (Kuitunen, 2007, 11–13.)

Nämä tulevaisuuden visiot tuovat haasteita sähkösuunnitteluohjelmistoille. Tällä hetkellä sähkösuunnitteluohjelmistoista löytyy valmius syöttää 3D-malliin tuotteiden todellisia teknisiä tietoja ja tehdä näiden pohjalta tarkkoja sähköteknisiä laskelmia. Mikäli tietomallinnuksesta halutaan kaikki potentiaali irti, vaaditaan suunnitteluohjelmistoilta tulevaisuudessa monipuolisempia työkaluja myös kommenttien, ohjeistusten ja linkitysten lisäämiseen suoraan tietomalliin. Myös viestintä eri järjestelmien ja ohjelmistoalustojen välillä tulee todennäköisesti korostumaan, ja tietokantaformaattien tulee osaltaan vastata tähän haasteeseen.

Suunnitelmissa esitetyillä tarkoilla tuotetiedoilla voidaan toteuttaa tarkempia määrä- ja kustannuslaskelmia, sekä määrittää sähkö- ja telejärjestelmien vaatimustasoa entistä tarkemmin. Näiden ominaisuuksien täysipainoinen hyödyntäminen on kuitenkin haastavaa rakennushankkeissa, jotka toteutetaan perinteisellä suunnittelu- ja urakointivastuiden erittelyllä. Ongelmia syntyy tilanteessa, missä tilaaja ei pysty tarpeeksi tarkasti määrittelemään kohteen käyttötarkoitusta ja sen vaatimia järjestelmiä, mikä saattaa

heijastua puutteellisten suunnitelmien kautta urakkahintaan. Tietomallinnus ei itsessään takaa suunnitelmien toteutuskelpoisuutta. (Kuitunen 2007, 11.)

On otettava myös huomioon, että suunnittelun taloudellinen osuus rakennushankkeesta on verrattain pieni suhteessa varsinaiseen rakennusurakkaan, mutta valtaosa rakentamisen kustannusten määräytymisestä tapahtuu suunnittelun aikana. (Kuitunen 2007, 10.) Esimerkiksi päiväkodeissa rakennussuunnittelun arvioitu kustannus on Talonrakennuksen kustannustiedon mukaan n. 8 % kokonaiskustannuksista (Haahtela, 2015). Tämä osaltaan korostaa tietomallipohjaiseen suunnitteluun tarvittavien lähtötietojen merkitystä ja vaatii sopimusvaiheessa tarkkaa määrittelyä eri osapuolien vastuulle ja kohteen vaatimustasolle.

Perinteinen 2D suunnittelu tuskin tulee täysin katoamaan pitemmälläkään aikavälillä vaikka tietomallintaminen yleistyy, sillä esimerkiksi pienemmissä tai osissa suunniteltavissa keskisuurissa saneerauskohteissa täysipainoinen 3D-mallinnus ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista tai kustannustehokasta. Tosin myös saneerauskohteissa tietomallintamisen hyödyt nähdään usein niin merkittäväksi, että kohteen pidempi suunnittelu-aika katsotaan kannattavaksi (Haavisto. 2013, 42).

3 Tietomallipohjainen suunnittelu

3.1 Yleistä

Tietomallintaminen ja sen määrittäminen ei ole täysin yksiselitteistä. Periaatteessa tietomallilla voidaan tarkoittaa mitä tahansa tiedon tallennukseen tai välittämiseen kehitettyä tallennusmuotoa, mutta rakentamisessa tietomalli yleisesti käsitetään tietomallinohjelmalla luoduksi rakennuksen kolmiulotteiseksi digitaaliseksi malliksi, joka sisältää rakennushankkeessa tarvittavan tiedon. (Korpela, 2011, 4.)

Rakennuksen tietomalli eroaa perinteisestä tietokoneavusteisesta suunnittelusta sillä, että siinä mallinnetaan varsinaisia rakennuksen osia, kuten seiniä, johtoteitä, pilareita jne. eikä vain viitata näihin symboleiden ja viivapiirron avulla. Tietomallin objektit sisältävät sijainti- ja mittatietojen lisäksi muutakin tietoa, jonka avulla esimerkiksi kustannusarvioiden tekeminen helpottuu. (Hietanen, 2005)

3.2 IFC-standardi

IFC (Industry Foundation Classes) on jatkuvasti kehitettävä tiedonsiirto-standardi. IFC-Standardia kehittää buildingSMART. IFC tiedonsiirtoa käytetään rakennussuunnittelussa määrittämään ja siirtämään tietomallien sisältöä. IFC -standardin etuna voidaan pitää yhteensopivuutta eri ohjelmistoalustojen välillä. (BuildingSMART, 2015)

3.3 Tietomallintaminen suomessa

Tietomallinnusta on käytetty rakennushankkeissa jo 2000-luvun alkupuolella, mutta selkeä käännekohta tietomallintamisessa tapahtui, kun valtion entinen kiinteistölaitos Senaatti-kiinteistöt, joka hallitsee noin 11 000:ta rakennusta, päätti vaatia rakennusprojekteissaan IFC-standardin mukaisia tietomalleja vuodesta 2007 lähtien. Tätä vaatimusta seurasivat tietomallivaatimukset, joita päivitettiin 2012 julkaistussa "Yleiset tietomallivaatimukset 2012" ohjeessa. (Hänninen ym., 2010, 113; Senaatti-kiinteistöt, 2007)

Tarve vaatimusten päivittämiselle on seurausta nopeasti kasvavasta tietomallintamisen yleistymisestä. Tietomallivaatimukset auttavat määrittelemään sitä, mitä ja miten mallinnetaan erilaisissa rakennushankkeissa.

3.4 Tietomallipohjaisen suunnittelun päätavoitteet

Rakennuksien tietomallinnuksen pääasiallisena tavoitteena on suunnittelun ja rakentamisen kustannustehokkuuden ja laadunhallinnan parantaminen. Tähän kuuluu turvallisuus-, ympäristö- ja elinkaaritietoisen rakentamisen edistäminen. Tietomalleja tulisi hyödyntää, ei vain suunniteltaessa ja rakennettaessa, vaan koko rakennuksen elinkaaren ajan (Kymmel, 2008, 36).

Tietomallinnuksella on tarkoitus tukea investointipäätöstä, vertailla toteutusratkaisuja, havainnollistaa suunnitelmia ja varmistaa tiedonsiirto eri osapuolien välillä. Näissä on-

nistumiseksi on mallinnukselle asetettava hankekohtaiset tavoitteet, jolla ohjataan kohteen suunnittelua (COBIM, 2012, osa 1, 5).

Haluttuihin tavoitteisiin pääsemiseksi on tärkeää sitouttaa projektin osapuolet sovittuihin tietomallivaatimukseen ja laadunvarmistuksen periaatteisiin. Tietomallinnusta hyödyntävissä rakennushankkeissa on lähtötietojen ja taustatyön merkityksellä entistä suurempi rooli suunnittelun onnistumiseen (Korpela, 2011,10). Yhtä lailla tietomallinnuksessa rakennuskohteita eri suunnittelualojen koordinoinnin merkitys korostuu, joten on tärkeää sopia mallien julkaisutavoista sekä viestintämenetelmistä etukäteen. Erillisen tietomallikoordinaattorin tehtävä saattaa olla tarpeellinen varsinkin suuremmissa rakennushankkeissa (COBIM, 2012, osa 1, 15).

Tietomallinnuksesta ajatellaan saatavan selkeää hyötyä rakennushankkeen eri osapuolille. Tietomallintamisen on todettu vähentävän suunnitteluvirheiden määrää huomattavasti (Fischer & Kam, 2002). Lisäksi tietomallintamisen on nähty parantavan tiedonkulkua ja yhteistyötä hankkeen osapuolten välillä (Korpela, 2011, 9).

Kustannusarvioiden helpottumisen lisäksi voidaan rakennuksen toiminnallisuuteen ja laatuun vaikuttaa jo varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Tietomalli myös mahdollistaa eri suunnittelualojen yhteistyön aikaisemmassa vaiheessa hanketta. Yhtä lailla kolmiulotteisuuden nähdään lisäävän suunnitteluratkaisujen ymmärtämistä, ja suunnitelmien laadun parantuminen mainitaan tietomallintamisen hyödyiksi. (Korpela, 2011, 7.)

Rakentamistalouden diplomi-insinööri Jenni Korpelan teettämän kyselyn mukaan erityisesti talotekniikkasuunnittelijat ovat kokeneet tietomallintamisen mahdollistavan aiempaa tarkemman suunnittelun. Tämä johtuu pitkälti mahdollisuudesta tehdä aiempaa selkeämpiä havaintoja tekniikan asennusjärjestyksen ja sen tarvitseman tilan määräästä. Myös mittatarkkuuden koettiin parantuvan mallia käyttämällä. (Korpela, 2011, 28.)

3.5 Talotekniikan-vaatimusmalli

Yleiset tietomallivaatimukset -ohjeen pohjalta määritetään projektikohtaiset vaatimukset rakennushankkeen mallinnuksen onnistumiseksi (COBIM, 2012, osa 4, 5). Vaatimus-

malli pitää sisällään tilalle asetettuja vaatimuksia, talotekniikan kohdalla esimerkiksi vaadittavat LVI-järjestelmät, sähköjärjestelmät, kalusteet, varusteet ja laitteet (COBIM, 2012, osa 1, 12).

Suunnittelutarjouspyynnössä määritellään se laajuus, jossa TATE-suunnittelijalta edellytetään vaatimusten määrittelyä ja ylläpitoa. Tätä vaatimusmallia on tarkoitus ylläpitää koko suunnitteluprosessin ajan. Tärkeimpinä tarkastelun virstanpylväinä vaatimusmallin arviointiin ovat eri suunnitteluvaiheet, joiden lopussa arvioidaan, täyttävätkö suunnitelmat niille asetetut tavoitteet. (COBIM, 2012, osa 4, 12.)

IFC -standardia tukevalla suunnitteluohjelmistolla pystytään liittämään yksityiskohtaisia varmennus- ja varustetasoon liittyviä sähkötekniisiä vaatimuksia osaksi arkkitehdin tilamallia. Tällaisen arkkitehtimalliin sidotun esitystavan tulisi helpottaa suunnitelman havainnollistamista sekä tilaajalle, käyttäjille että muille suunnittelualoille.

Ensimmäisen tason tietomallivaatimukset pitävät sisällään dokumenttipohjaisen vaatimusmallin, jossa ilmoitetaan tilakohtaiset vaatimukset esimerkiksi taulukkomuodossa. Toisen tason tietomallivaatimuksissa tietomallipohjainen vaatimusmalli liitetään suoraan osaksi tilaobjektia linkitetyillä tuote- ja määrittelytiedoilla. Tietomallipohjainen vaatimusmalli tulee julkaista omana erillisenä IFC-mallinaan. (COBIM, 2012, osa 4, 12)

Usein määritettyjä sähköjärjestelmien vaatimuksia tiloille ovat valaistustaso, valaistustapa ja ohjaustavat, sähkötekniiset suojausluokat, varmennusvaatimukset (UPS, varavoima, jne.), varustetasovaatimukset (COBIM, 2012, osa 4, 13).

3.6 Sähkö- ja telesuunnittelun järjestelmämallit

"COBIM, 2012, Yleiset tietomallivaatimukset 2012" listaa yleiset mallinnusperiaatteet sähkö- ja telejärjestelmille seuraavasti:

- Sähköjakelujärjestelmät

"Muuntajat, kytkinlaitokset, pääkeskukset, virtakiskot ja näihin verrattavat laitteistot mallinnetaan vähintään laitteistojen oikeita tai tarvittaessa suunnittelijan arvioimia mittoja vastaavilla yksinkertaisilla 3D-objekteilla." (COBIM, 2012, osa 4, 28)

- Keskukset

"Jako- ja ryhmäkeskukset, ristikytkentäkaapit ja näihin verrattavat laitteistot mallinnetaan vähintään laitteistojen oikeita tai tarvittaessa suunnittelijan arvioimia mittoja vastaavilla yksinkertaisilla 3D-objekteilla." (COBIM, 2012, osa 4, 29)

- Johtotiet

"Kaapelihyllyt, ripustusiskot, johtokourut ja lattiakanavat mallinnetaan niiden todellista kokoa vastaavien mittojen mukaisilla objekteilla." (COBIM, 2012, osa 4, 29)

- Valaisimet

"Valaisimet mallinnetaan ensisijaisesti käyttäen sovellusohjelman tarjoamaa valmistajan objekti kirjastoa. Jos haluttua tuotetta ei löydy, käytetään valaisintyyppiä vastaavien mittojen mukaista valaisintyyppiä tai 3D-objektia." (COBIM, 2012, osa 4, 29)

- Asennuskalusteet

"Kytkimien, pistorasioiden, ilmaisimien ja muiden vähän tilaa vaativien komponenttien 3D-geometriaa ei vaadita mallinnettavaksi muuta kuin erikseen sovituissa mallihuoneissa sekä liitteen 1 mukaisesti esim. alakattoasennuksissa.

Asennuskaapeleiden ja -putkituksien 3D-geometriaa ei vaadita mallinnettavaksi edes mallihuoneissa. Asennuskalusteita ei huomioida törmäystarkasteluissa." (COBIM, 2012, osa 4, 29-30)

- Rakennusurakan hankinnat

"Savunpoistoluukkujen ohjauskeskukset, oviohjauskeskukset sekä muut sähköurakkaan kuulumattomat laitteistot mallinnetaan yksinkertaisilla 3D-objekteilla suunnittelijan senhetkisen tiedon tai arvion mukaisilla mitoilla. Mikäli nämä laitteet vaaditaan mallinnettavaksi todellisten asennettavien laitteistojen mukaisilla mitoilla ja/tai 3D-objekteilla, siitä täytyy sopia erikseen." (COBIM, 2012, osa 4, 30)

3.7 Mallien yhteensovitus

Vaatusmallia luotaessa tulee huomioida, että kyseinen malli on helposti yhteen sovittavissa muiden vaatimusmallien kanssa samaan kolmiulotteiseen tilamalliin, ja sen sisältämien objektien tulee sijaita absoluuttisessa korkeusasemassa, jonka mukaan asennukset ovat asennettavissa mallin perusteella. Lisäksi tietomallin sisältämien laitteiden nimeämisessä on käytettävä yhteneväisiä merkintöjä muiden suunnitteludokumenttien kanssa.

Reikäkuvien teosta tietomallipohjaisesti tulee aina sopia projektikohtaisesti. Mikäli rakennushankkeeseen kuuluu reikävaraussuunnittelu tietomalliin, ei tämä pidä sisällään sähkötekniikan mallintamista putkien, kojerasioiden ynnä muun vastaavan osalta. Tähän on päällimmäisenä syynä sähkösuunnitteluohjelmistoista puuttuva tuki elementtikolousten käsittelyyn (COBIM, 2012, osa 4, 37).

3.8 Haasteet

3.8.1 Yleistä

Tietomallipohjainen suunnittelu on tarkkuusvaatimuksiltaan perinteistä suunnittelua vaativampaa, mikä tuo mukanaan omat haasteensa suunnitteluprosessiin. Tietomallipohjaisesta suunnittelusta ei välttämättä olla valmiita maksamaan lisää, vaikka suunnitteluun myönnetäänkin menevän enemmän aikaa. Käyttäjille saattaa olla epäselvää,

että myös heiltä tarvitaan osallistuvampaa otetta rakennushankkeeseen suunnitteluvaiheessa, jotta haluttu toiminnallisuus siirtyy myös toteutukseen.

Tietomallia tehtäessä korostuu suunnittelun ajantasaisuus ja aikatauluttaminen, sillä suunnittelu vaatii tarkempaa yhteistyötä muiden suunnittelutahojen kanssa. Arkkitehti- tai LVI-suunnitelmien myöhästyminen saattaa esimerkiksi merkittävästi haitata sähkötekniikan vaatimusmallin suunnittelua ja viivästyttää projektia kokonaisuudessaan.

Yhtälailla tilaajamuutokset ja rakenne- tai arkkitehtipohjien muuttuminen saattaa merkittävästi haitata koko suunnitteluketjua, reittien ja näihin vaadittavien varausten sijaintien muuttuessa. Kun vaatimusmalleja on jo viety eri suunnittelutahojen puolesta merkittävästi eteenpäin, saattaa yhden kulkureitin siirtäminen johtaa eräänlaiseen ketjureaktioon, jossa joudutaan miettimään useampaa tilaa ja ratkaisua uudestaan. Toisaalta tämä vähentää ongelmaratkaisutarvetta toteutusvaiheessa.

Myös sovellusohjelmistoissa on vielä puutteita, joiden vuoksi suunnittelu ratkaisujen vieminen vaatimusmalliin ei aina onnistu tai joiden esittämisestä mallissa tulee liian vaativaa tai aikaa vievää.

Sähkötekniikan osalta etenkin saneerauskohteiden osalta helposti törmätään ongelmaan, kun joudutaan ottamaan huomioon myös urakka-alueen ulkopuoliset järjestelmät, mikä osaltaan vaatisi myös mallinnusta tai suunnitelmien soveltamista muiden tilojen osalta.

Korjausrakentamisessa puutteelliset lähtötiedot aiheuttavat omat haasteensa. Mikäli saneerattavan rakennuksen runkoon ei tehdä merkittäviä muutoksia, saattaa käytettävistä lähtötiedoista puuttua kokonaisuudessaan rakennesuunnittelumalli, jolloin joudutaan käyttämään mallia, joka ei välttämättä pidä paikkaansa rakenteiden osalta. Oma lukunsa on myös olemassa olevien asennusten ja hyllyreittien paikat, joiden tarkka mallintaminen tietomalliin vanhojen piirustusten pohjalta saattaa olla työlästä tai jopa mahdotonta.

3.8.2 Tekijänoikeus ja tietomalli

On mahdollista, että tietomallissa olevaa informaatiota ei saada siirrettyä kiinteistön ylläpitäjälle ylläpidon tarpeita varten suunnittelutoimistojen immateriaalioikeuksiin liittyvien ristiriitojen vuoksi. Perinteisesti suunnitteluprojektien immateriaalioikeuksista on ajateltu, että tilaaja on maksanut suunnitelmista ja heillä on oikeus siihen materiaaliin, mitä suunnittelun aikana syntyy ja heillä on oikeus hyödyntää tätä materiaalia haluamallaan tavalla. Yhtä lailla on ajateltu alkuperäisen materiaalin, eli suunnitelmien tekijänoikeuksien säilyvän suunnittelutoimistolla.

Tietomallin immateriaalioikeuden haltijalla on yksinoikeus jatkaa tietomallin kehitystä, ja yksinoikeuden haltijalla on oikeus kieltää hyödyntäminen muilta. Tietomallin kohdalla voi jokaiselle suunnitelmalle (ARK, RAK, LVISA) olla tekijä erikseen. Käytännössä kuitenkin yksinoikeuden määräytymiseksi vaaditaan, että suunnitelma ei perustu pelkästään vapaasti käytettävissä oleviin rakentamisen perusilmaisuihin, muotoihin ja kuvioihin. Eli tekijänoikeuksien toteennäyttämiseksi tulisi osoittaa mallin sisältävän riittävältä osin itsenäistä ja omaperäistä luomista. Käytännössä varsinkin talotekniikan osalta tätä omaperäisyyden vaatimusta on hankala täyttää, sillä tehdyt ratkaisut perustuvat pitkälti säädelyihin teknisiin vaatimustasoihin. Ennakkopäätöksessä KKO 1989:149 arkkitehdin suunnitelma ei nauttinut tekijänsuojaa, koska suunnitelma ei ollut kokonaisuutena riittävän itsenäinen ja omaperäinen. (Silius, 2013, 87-88)

Tietomallin tekijänoikeudet tulisi ottaa huomioon jo rakennuttajan ja suunnittelijakonsultin välisessä sopimuksessa, jolloin voidaan esimerkiksi kirjata lupa yksinoikeuden hyödyntämiseen ja tietomallin osien jatkokehitykseen. Tällöin saadaan turvattua oikeus tietomallin kehittämiseen ja hyödyntämiseen rakennuksen elinkaaren aikana. (Silius, 2013, 87-89).

4 Käsiteltävät suunnitteluohjelmistot

4.1 Yleistä

Sähkösuunnitteluohjelmistoista on jo vuosia löytynyt tietomallinnusta tukevia ominaisuuksia. Tämän opinnäytetyön tarkastelun kohteeksi valikoituivat kaksi sähkösuunnitte-

luohjelmistoa; *MagiCAD 2015.4 Electrical* ja *CADS Planner Electric 16 Pro*. Molemmilla ohjelmistoilla on pitkä, yli kymmenen vuoden kehityshistoria ja kummatkin tukevat IFC -standardia. (Kyndata Oy, 2015; Progman Oy, 2015)

4.2 MagiCAD Electrical

4.2.1 Yleistä

MagiCAD on Progman Oy:n vuodesta 1998 kehittämä ja ylläpitämä talotekniikan suunnitteluohjelmisto. MagiCAD käyttää ohjelmisto alustana Autodeskin AutoCADia tai Revit MEP-ympäristöä. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan MagiCAD 2015.4 -ohjelmistoa.

MagiCADista Electricalista löytyy ominaisuudet 2D- ja 3D-piirtämiseen, työkalut omien symboli- ja tuotetietojen luomiseen, keskuskaavioiden luontiin, linkitys sekä automaattinen päivitys taso- ja keskuskaavioiden välillä sekä ominaisuudet oikosulkuvirtojen laskentaan ja törmäystarkasteluun eri järjestelmien välillä. MagiCAD Electrical – ohjelmasta löytyy tuki ja vientikyky suunnittelualojen standardi tiedostomuodoille DWG, DXF, PDF ja IFC 2x3. Ohjelmistona MagiCAD siis soveltuu tietomallipohjaiseen sähkösuunnitteluun. (Progman Oy, 2015)

4.2.2 Projektitietokanta

MagiCAD-ohjelmiston käyttö perustuu projektikohtaisten projektitietokantojen käyttöön. Jokaisella projektilla on oma MEP-tiedostonsa, joka pitää sisällään projektin tiedot, kuten käytettävät tasot, viivatyypit, tietomallien sisällön sekä tuotteet, objektit ja symbolit. Eri projektitietokantojen välillä on mahdollista siirtää tietoa, esimerkiksi hakea edellisen projektin valaisintietokanta osaksi uutta projektia. Projektitietokannoilla saadaan helposti määriteltyä projektin sisältöä useiden eri piirustusten välillä.

4.3 CADS Planner Electric 16

4.3.1 Yleistä

CADS Planner Electric -ohjelmistoa kehittää Kyndata Oy, ja itse CADS Planner -ohjelmistolla on yli 20 vuoden historia (Kyndata Oy, 2015). Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan CADS Planner Electric 16 -ohjelmistoa.

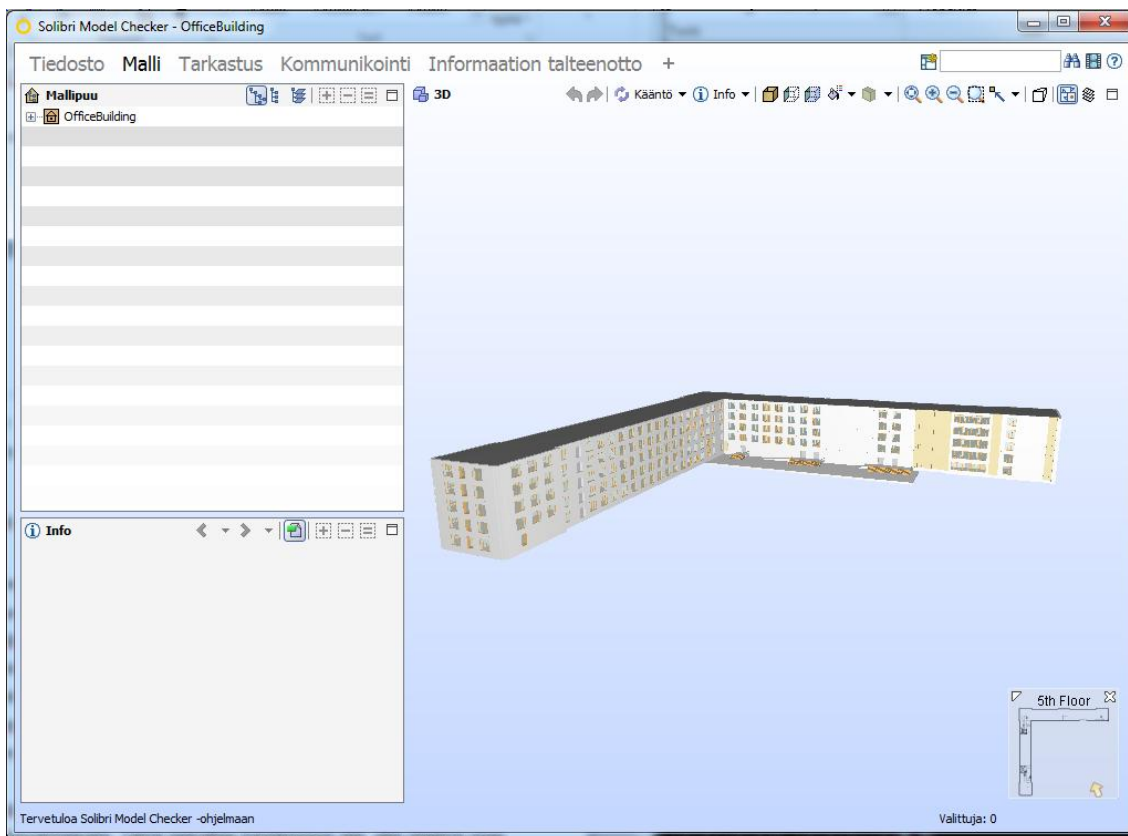
CADS Planner Electric 16 -ohjelmisto on vienti-toimintojen osalta IFC 2x3 –sertifioitu, ja ohjelma tukee kahdensuuntaista IFC-tiedonsiirtoa, jolloin on mahdollista tuoda CADS -ohjelmistoon muiden suunnittelualojen malleja ja luoda yhdistelmämallia. CADS:stä löytyy tuki 2D tasokuvien piirtämiseen sekä keskuskaavioiden ja piirikaavioiden luomiseen. Samoin kuin MagiCAD -ohjelmistosta, CADS Planner Electricistä löytyy linkitys taso- ja keskuskaavioiden väliltä, ja ohjelmisto soveltuu oikosulkuvirtojen laskentaan. CADS Planneristä löytyy tuki suunnittelualojen standarditiedostomuodoille DWG, DXF ja PDF. (Kyndata Oy, 2015)

4.4 Solibri Model Checker

Arkkitehti-, rakenne-, talotekniikka-, tai yhdistelmämallien tarkasteluun tarvitaan IFC-mallien tarkasteluun sopiva ohjelmisto. Tähän löytyy useita ilmaisia ohjelmistoja, esimerkiksi Tekla BIMsight ja Solibri model viewer. Monesti pelkän visuaalisen tarkastelun lisäksi halutaan lisäominaisuuksia, joilla on mahdollista käsitellä monipuolisesti tietomallin mahdollisesti sisältämiä vaatimustasopuutteita ja eri suunnittelualojen risteilyjä. Solibri Model Checker on tietomallien laadunvarmistusohjelmisto, joka on suunniteltu eri suunnittelualojen tietomallien yhteensovittamiseen.

Solibri Model Checkerillä on mahdollista ajaa erilaisia raportteja tietomalleista ja tehdä automaattista laadunvarmistusta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että ohjelma osaa automaattisesti tarkistaa, että avattu tietomalli täyttää tietyt vaatimukset. Vaatimusten pohjalla on pitkälti aiemmin käsitellyt ”Yleiset tietomallivaatimukset”. Näiden perusteella on luotu valmiita säännöstöjä, joiden perusteella ohjelmisto osaa tunnistaa suunnittelualojen keskinäiset ja sisäiset risteilyt sekä varmistaa esteettömyyden säilymisen. Säännöstöjä on mahdollista lisätä ja muokata tarpeen mukaan. Ohjelmisto luokittelee

löytämänsä ongelmakohdat ja esittää ne visuaalisesti, mikä helpottaa tietomallikonfliktien läpikäyntiä.



KUVA 1. Kuvassa toimistotalon malli avoinna Solibri Model Checker ohjelmassa.

5 Suunnitteluohjelmistojen soveltuvuuden arviointi

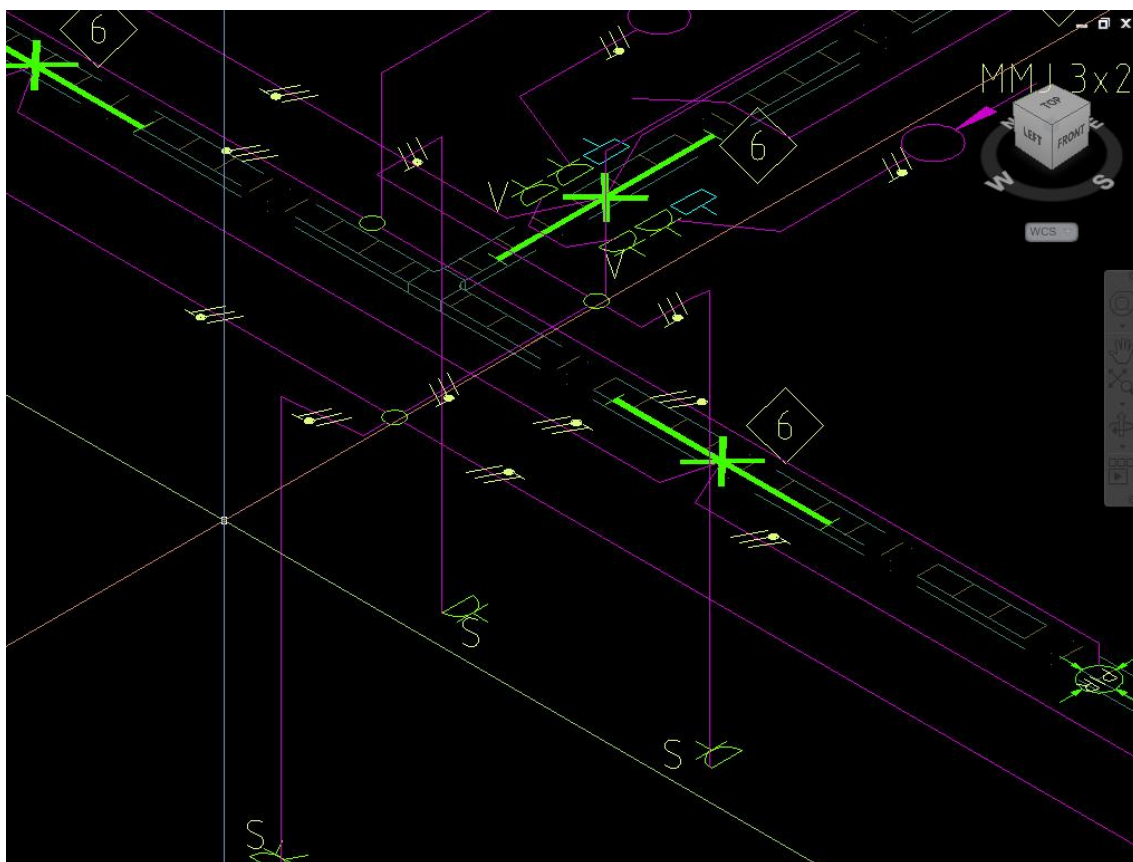
5.1 Yleistä

Sähkösuunnitteluohjelmistojen soveltumista tietomallipohjaiseen suunnitteluun arvioitiin tietomallintamalla sähkö- ja tietojärjestelmiä erilaisissa mallitiloissa ja tekemällä havain-
toja näiden pohjalta. Tarkoituksena oli mahdollisimman monipuolisesti todentaa ja ver-
tailla käsittelyssä olevien ohjelmistojen tietomallinnusominaisuuksia pitäen mielessä
omat kokemukset sähkösuunnittelusta tietomalliympäristössä.

5.2 3D-ominaisuuksien vertailu

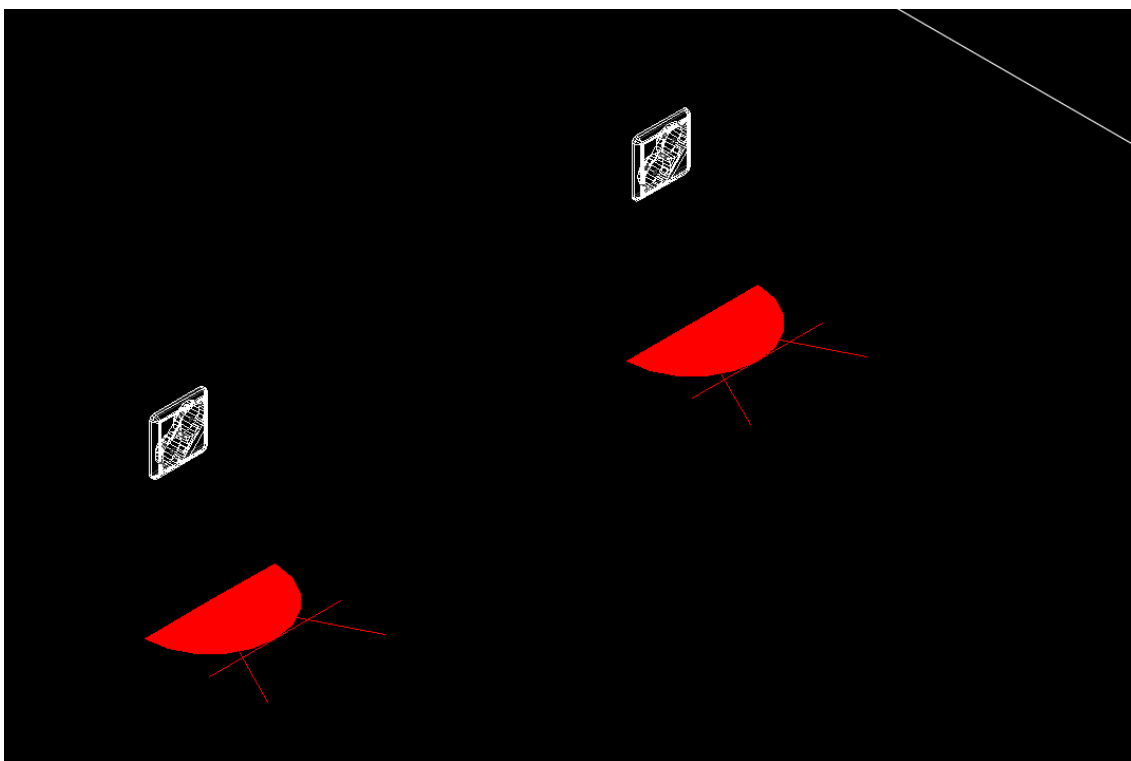
Sekä MagiCAD että CADS Planner -ohjelmistossa voidaan siirtyä suunnittelunäkymässä 2D-tasosta 3D-ympäristöön tarvittaessa. Tämän ominaisuuden käytettävyydessä on ohjelmistojen välillä kuitenkin selkeitä eroja.

MagicCAD -ohjelmistolla itse suunnittelu tehdään AutoCAD ympäristön mukaisesti model -tilassa, jossa suunnittelutila on valmiiksi kolmiulotteinen ja näkymää voidaan vaihtaa vapaasti suunnittelun ohessa, mikä mahdollistaa objektien ominaisuuksien sekä sijainnin sovittamisen ja muokkaamisen myös suoraan 3D-ympäristössä. Itse näkymän vaihtaminen on varsinkin isommissa projekteissa hidasta, sillä objektit generoituvat hitaasti kuvaan näkökulman vaihtuessa.



KUVA 2. MagiCAD 3D-näkymä.

CADS Planner ohjelmisto vaatii 3D-osien generoinnin ennen kuin 2D-objektit ja -elementit saadaan vietyä 3D-näkymään. Generointia tehtäessä määritellään, mitä objekteja siirretään 3D-malliin. 3D-näkymässä objektia voidaan siirtää tai se voidaan poistaa, muut toimenpiteet tulee tehdä 2D-näkymässä ja generointi on tehtävä jokaisen muutoksen jälkeen uudestaan.



KUVA 3. CADS Planner Electric 3D-näkymä.

Verrattuna IFC -standardin mukaisten tietomallien katseluun tarkoitettuihin ohjelmistoihin, kuten Tekla Bimsightiin tai Solibri vieweriin, molemmissa suunnitteluohjelmistoissa on ohjelmiston sisäisen 3D-näkymän muokkaaminen ja leikkausten tekeminen raskeampaa. Helppokäyttöisempi ja vapaampi näkymän määrittely helpottaisi sähkö- ja tietojärjestelmien tietomallia sovitettaessa muiden suunnittelualojen malleihin. Etenkin CADS Planner Electricin kohdalla useamman vaiheen ja valikkorakenteen kautta tehtävät muutokset 3D näkymään rikkovat työn sujuvuutta.

Molemmissa suunnitteluohjelmistoissa tasokuvien korkotaso määritellään kerrosasetuksilla. Yksittäisten objektien korkeusasema määritellään tasokohtaisesti suhteessa tähän kerroskorkeuteen. Lähestymistapa on selkeä, mutta suunniteltaessa rakennuk-

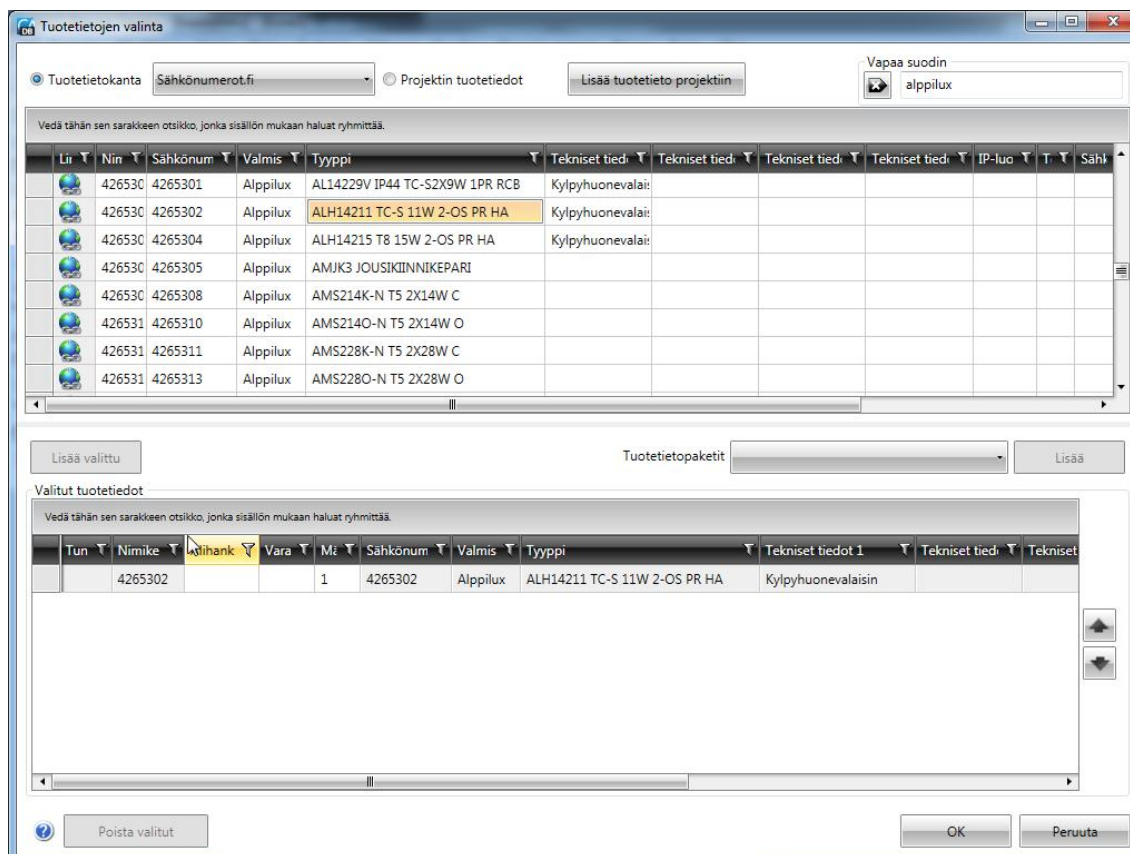
sia, joissa on yhdessä kerroksessa useita tasoeroja, saattaa korkeustietojen syöttäminen objekti tai objektiryhmä kerrallaan käydä työlääksi, sillä objektien korkeusasemia syötettäessä tulee tehdä erotus todellisen ja kerrosasetuskoron välille. MagiCAD ohjelmistossa korkosijainnin muutos tapahtuu erillisellä työkalulla, kun CADS Planner Electricissä korkeuden muuttaminen käy helposti suoraan objektin ”Ominaisuudet” -ikkunasta.

Korkotietojen lisäämisen 2D tasoon voi tehdä molemmissa ohjelmistossa erillisellä tekstityökalulla, joka hakee automaattisesti objektin korkotason tekstinä tasoon, jolloin erillistä tekstin muokkausta ei tarvita objektin sijaintia muutettaessa. Kohteessa, jossa kerroskorkeus ei pidä koko tasoalueeltaan paikkaansa, tämä aiheuttaa sen, että korkeustieto on tekstissä väärin. Tämä ongelma saataisiin korjattua, mikäli suunnitteluohjelmistoissa olisi työkalu, jolla voitaisiin määrittää, esimerkiksi maalaamalla tietty alue, osia tasosta eri korkeusasemaan. Tämä helpottaisi myös kaltevia tasoja sisältävien kohteiden tietomallipohjaista suunnittelua, kuten esimerkiksi parkkihallit, koska korkeusasema voitaisiin määrittää osissa, jolloin päästäisiin lähemmäksi todellista asennus-sijaintia ilman työlästä objektien muokkausta alue kerrallaan.

5.3 Tuotetietojen käyttö

Molemmat ohjelmistot, sekä MagiCAD electric että CADS Planner Electric sisältävät mahdollisuuden lisätä tuotetietoja tietokannoista ohjelmaan käytettäväksi. Tuotetiedot voivat sisältää esimerkiksi tuotteen nimen, valmistajan, sähkötekniset tiedot, mitat, asennustapa, järjestelmätiedot, tuotekuvauksen ja tuotteen 3D – mallin. Molemmilla ohjelmistoilla on mahdollista viedä tuotetietoja IFC –malliin.

CADS Planner Electric –ohjelmistolla on mahdollista etsiä tuotetietoja suoraan sähkönumerot.fi -tuotetietokannasta, jossa on yli 240 000 tuotteen tuotetiedot saatavilla. Mikäli käyttöön halutaan suoraan 3D-malleja tai 2D symboleja sisältäviä tuotetietoja, tulee yleensä turvautua valmistajakohtaisiin tuotetietokantoihin. Tietokantojen ylläpitäjän on mahdollista lisätä tuoteselaimen tuotteen kohdalle linkki nettisivulle, jossa esitetään tarkemmat tuotetiedot.



KUVA 4. CADs Planner Electricin tuotetietojen valintatyökalu.

Myös MagiCAD -ohjelmistosta löytyy mahdollisuus lisätä tuotetietoja projektiin. Linkitystä yhtä laajaan tietokantaan kuin sähkönumerot.fi ei MagiCAD ohjelmistosta löydy, mutta valmistajakohtaisia tuotetietokantoja ohjelmistoon on saatavilla. Näiden selaaminen ja lataaminen onnistuu ohjelman sisäistä tuoteselainta käyttämällä. Tuoteselain näyttää tuotteen yleiset tiedot, ja esikatseluikkunassa on mahdollista tarkastella tuotteen 3D-mallia.

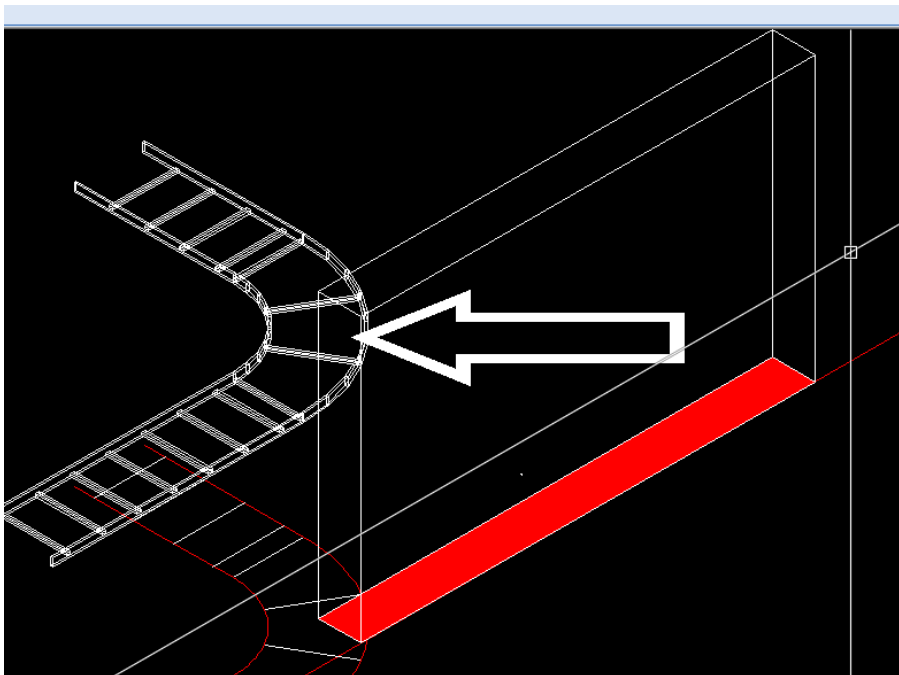
CADs Planner ohjelmistolla on mahdollista myös lisätä useampia tuotteita yhteen tuoteobjektiin, mikä on etuna tarkempia määräluetteloita tarvittaessa. Tällöin upotettu pistorasiasobjekti voi pitää sisällään esimerkiksi peitelevyn, kojerasian ja liitäntänsyöt.

Mikäli rakennuskohteiden sähkötekniisiä ratkaisuja mietitään yhä pidemmälle jo suunnitteluvaiheessa, tulee yksityiskohtaisten tuotetietojen käyttö useammin esille suunnittelutyössä. Lisäksi tarkat tuotetiedot toimivat itsessään suunnittelutyötä helpottavina tietopankkeina käytetyille ratkaisuille. On kuitenkin muistettava, että osa rakennuttajista

haluaa rajata tarkat määrittelyt valmistajalle kokonaan pois suunnitelmista, jolloin suunnitelmissa on esitettävä vain tuotteiden tekninen vaatimustaso ja urakoitsija tekee varsinaiset tuotevalinnat kohdetta toteutettaessa.

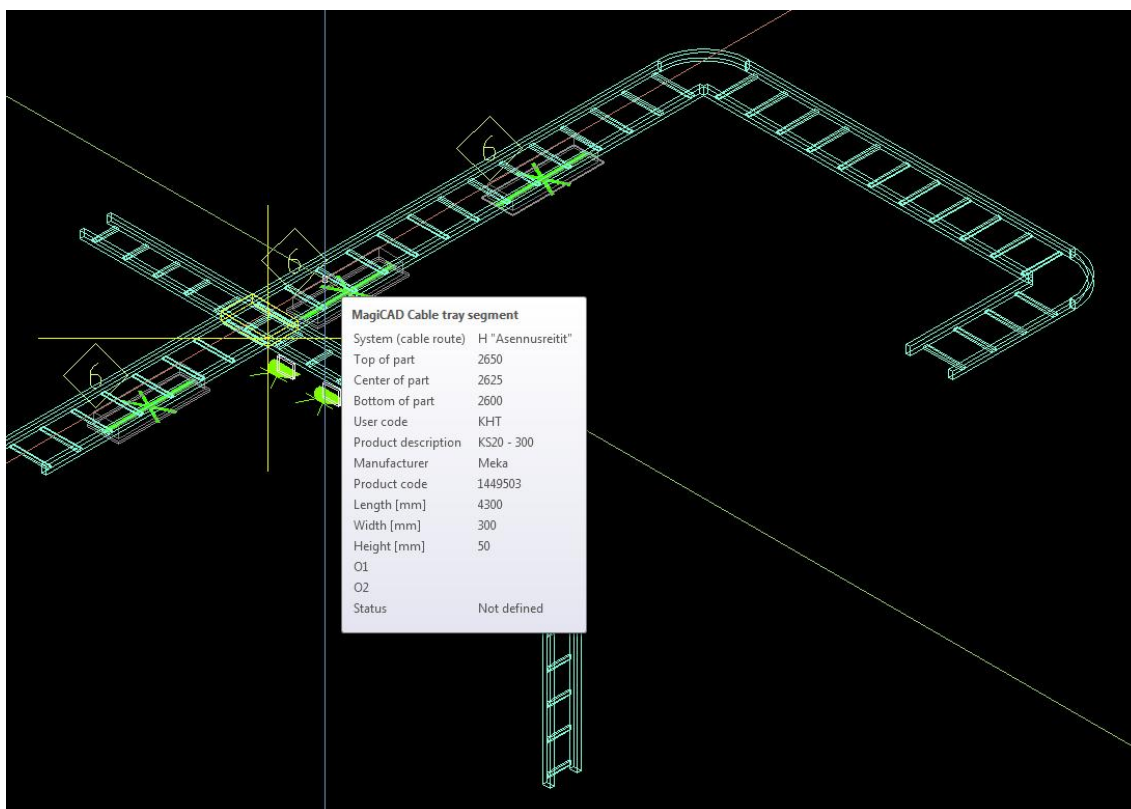
5.4 Törmäystarkastelut

Molemmista sähkösuunnitteluohjelmistoista löytyy mahdollisuus tehdä törmäystarkasteluja suunnittelutilassa. Törmäystarkastelun tarkoituksena on löytää paikat, joissa lisätyt objektit törmäävät toisiinsa ja varaavat alueelta samaa aluetta 3D-tilassa. Tällä työkalulla on tarkoituksena helpottaa ongelmakohtien löytämistä ja väärin sijoitettujen objektien uudelleen sijoitusta. Esimerkkinä tilanne, jossa kaapelihylly lävistää sähkökeskuksen.



KUVA 5. CADS Planner Electric törmäystarkastelu.

Molemmista ohjelmista löytyy törmäystarkastelu ominaisuus. CADS Planner vaatii 3D-kuvan generoinnin, mikäli törmäyskohdat halutaan nähdä kolmiulotteisena. 2D kuvasta on usein hankalaa hahmottaa, missä korkoasemassa varsinainen törmäys tapahtuu. MagiCAD -ohjelmistossa tämä tapahtuu näkymää vaihtamalla.



KUVA 6. MagiCAD törmäystarkastelu.

MagiCAD Electricissä törmäystarkastelun kohteena olevat objektit määritellään valitsemalla alue, johon törmäystarkastelu tehdään. CADs Planner Electricissä ei määritellä 3D-objektien törmäystarkastelualueita, vaan törmäyskohdat etsitään kaikille sytyteille ja vapautetuille tasoille. Myös MagiCAD Electricissä voi tasoja sammuttamalla ja sytyttämällä vaikuttaa törmäystarkastelun kohderajaukseen. Liian laajalla tarkastelurajauksella törmäystarkastelu saattaa esittää suunnittelun kannalta tarpeettomia törmäilyindikoiteja, mikä taas saattaa vaikeuttaa haittaavien törmäysten havaitsemista.

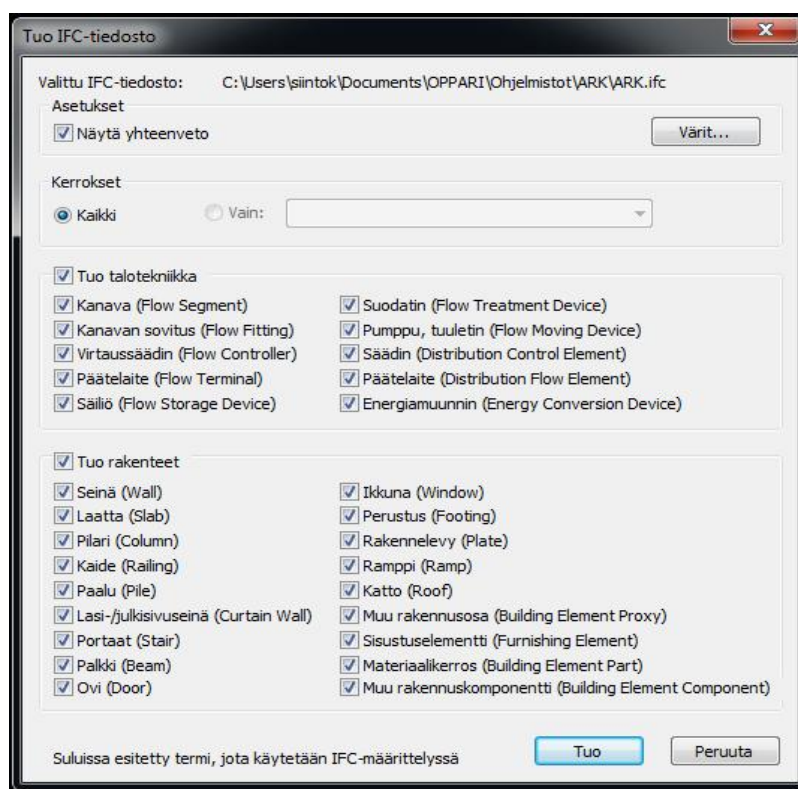
CADs Planner Electric –ohjelmistossa on mahdollista tuoda IFC-malli ohjelmistoon käytettäväksi suunnittelun apuna. Näin on mahdollista tehdä törmäystarkastelu esimerkiksi LVI-mallin ja sähkömallin välillä suoraan CADs Planner Electric ohjelmiston sisällä.

Törmäystyökalujen käytettävyys kärsii, mikäli kaikkia kohteen objekteja ei mallinneta oikeilla mitoillaan ja sijaintitiedoillaan. Tästä syystä on tärkeää huomioida käytettävien referenssimallien yhteensopivuus, laatu ja valmiusaste.

5.5 IFC-ominaisuudet

Molemmilla sähkösuunnitteluohjelmistoilla voidaan luoda oma sähkö- ja tietojärjestelmien tietomalli, ja lisäksi MagiCAD-ohjelmistolla on mahdollista yhdistää sähkö- ja tietojärjestelmämalli suoraan osaksi olemassa olevaa mallia.

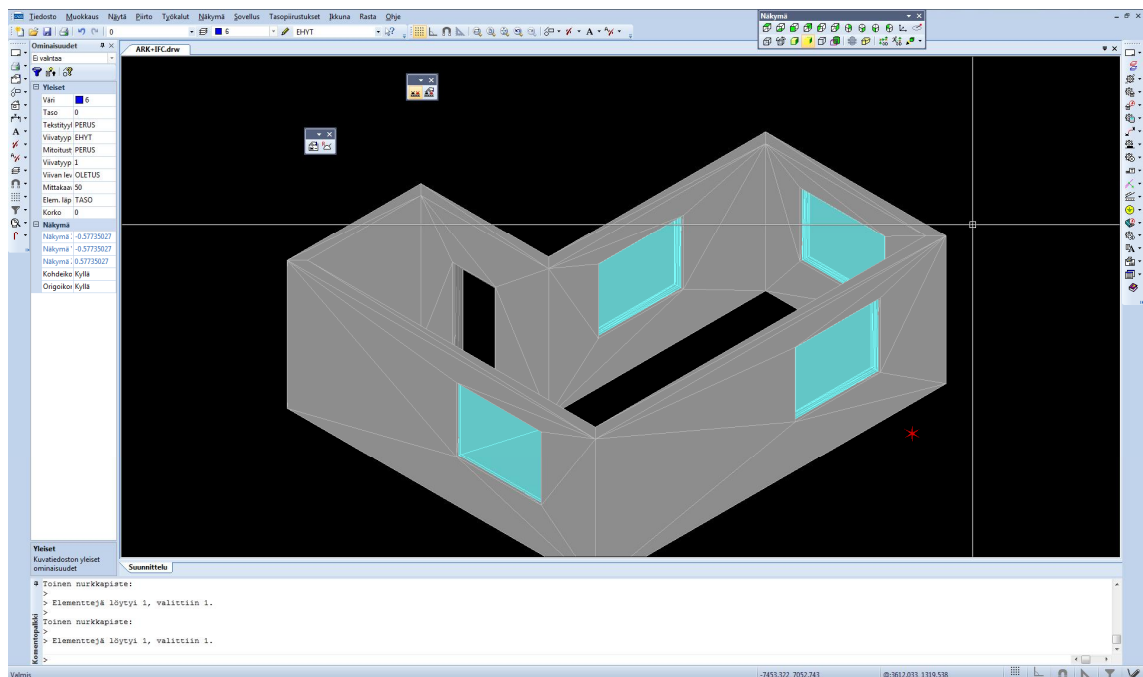
CADS Planner Electric ohjelmisto tukee myös IFC-tiedoston avaamista ohjelman sisällä, jolloin esimerkiksi rakennemallia voidaan suoraan käyttää referenssinä suunnittelussa. MagiCAD ohjelmistossa tällaista vaihtoehtoa ei ole. CADS Planner ohjelmistossa IFC-mallin tuonti ohjelmaan tapahtuu ”tuo IFC” –valikosta. Ensiksi valitaan haluttu IFC-tiedosto, jonka jälkeen määritellään rakenteet ja talotekniikka, joka halutaan tuoda CADS ohjelmistoon. Objektien valintatyökalun hyödyntäminen edellyttää, että tehty malli pitää sisällään kyseiset objektimäärittelyt. Käytännössä yleisimmin käytetyt IFC-luontiin kykenevät ohjelmistot automaattisesti luokittelevat malliin viedyt elementit tarkoituksenmukaisesti.



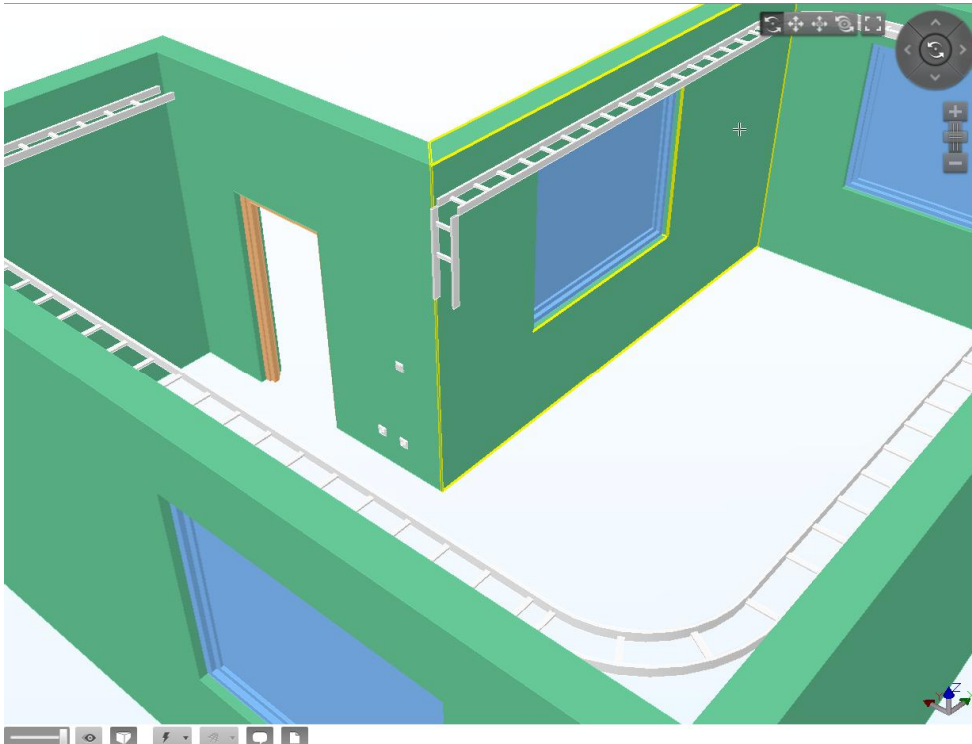
KUVA 7. CADS Planner Electricin IFC-tiedoston tuontityökalu.

IFC-tiedoston tuonnin jälkeen sitä voidaan käyttää referenssinä sähkösuunnittelulle perinteisen kaksiulotteisen arkkitehtipohjan sijaan tai lisänä sille. Tämä helpottaa mahdollisten risteilykohtien ja sijoitusongelmien havaitsemista. Valitettavasti kankea näkymänvaihtotyökalu tekee tämän edun hyödyntämisen hankalaksi. Varsinkin isommissa kohteissa arkkitehti- tai rakennemallissa oleva suuri määrä IFC-elementtejä tekee tietomallin käyttämisen referenssinä raskaaksi.

Kun IFC-malli on ladattu CADS Planner Electric –ohjelmistoon, ”Ominaisuudet” –ikkunan kentästä ”yleisattribuutit” näkee valittuna olevan IFC-elementin yleistiedot. Erilinen IFC elementtien muokkaustyökalu, jonka avulla esimerkiksi tietyn objektiryhmän sammuttaminen onnistuisi ilman kokonaisten tasojen sammuttamista, olisi tervetullut ominaisuus. Yhtäläillä ”kumoa” –komento voisi vaikuttaa ”näkymän suunta” –työkalulla tehtyihin käskyihin, jolloin ”kumoa” –komennolla olisi mahdollista palata edelliseen näkymään.



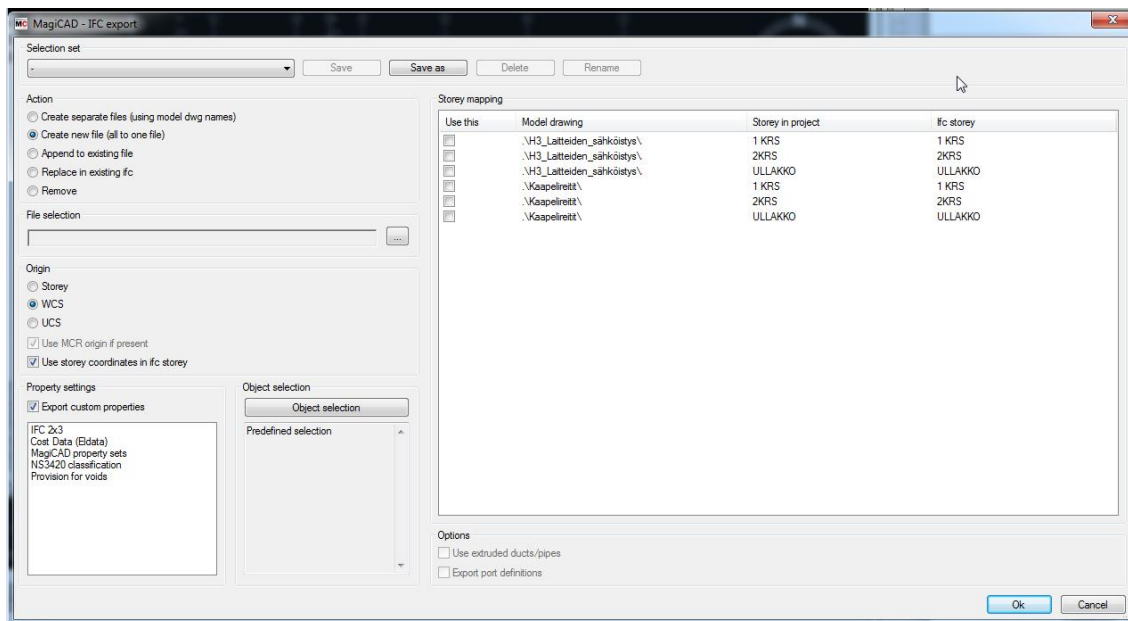
KUVA 8. CADS Planner Electriciin tuotu IFC-malli.



KUVA 9. CADS Planner Electricillä luotu IFC-malli avoinna Tekla Bimsight –ohjelmistossa.

Vaikka IFC – mallin käyttö täysipainoisena suunnittelupohjana sähkösuunnitteluohjelmistoissa ei vielä tällä hetkellä ole mahdollista, on helppo nähdä sen potentiaali tulevaisuudessa. Arkkitehti- ja rakennemallien ollessa suoraan suunnittelupohjana itse sähkösuunnitteluohjelmistossa ei olisi tarvetta samanaikaiselle tietomallin katselutyökalun käytölle. Tällöin ei myöskään tarvitsisi sähkösuunnitelmia erikseen ajaa ulos IFC – tiedostoon, kun halutaan vertailla tai sovittaa sähkösuunnitelmia muiden suunnittelualojen tietomalleihin. Tästä olisi erityisesti hyötyä sovitettaessa sähkösuunnitelmia LVI-järjestelmien kanssa.

MagiCAD Electric ohjelmistossa IFC mallin luonti tapahtuu ”Import/export”-valikosta, valitsemalla ”IFC-Export”. Avautuvassa ikkunassa määritellään mitkä projektitietokantaan kuuluvat piirustukset halutaan viedä malliin sekä halutaanko valituista DWG-tiedostoista tehdä erilliset IFC–mallit vai yhdistelmämalli. Samalla voidaan valita, halutaanko IFC-tiedostoon viedä esimerkiksi kuvissa olevat reikävaraukset tai määritetäänkö mallin origo kerrosasetusten, WCS tai USC mukaan.



KUVA 10. MagiCAD IFC mallin vienti työkalu.

Kummallakin ohjelmistolla sähkösuunnitelmien vienti IFC-malliin onnistui ongelmitta ja luotu IFC-malli avautui ongelmitta sekä Tekla Bimsight-, että Solibri viewer ohjelmistolla.

5.6 BCF-yhteensopivuus

BIM Collaboration Format (BCF) on avoin standardi, joka on osa buildingSMARTin tukemia toimintamalleja. Tiedostojen avulla malleihin sisältyviin elementteihin liittyviä kommentteja, ruutukaappauksia, kamerasijainteja ja mallien leikkauspintoja siirretään ohjelmasta toiseen. Samalla saadaan pidettyä eri tahojen välinen tiedonvaihto ja tietomalli erillään. Tyypillisesti BCF-tiedonsiirtoformaattia hyödynnetään törmäystarkasteluiden koordinoinnissa perinteisten taulukoiden sijaan.

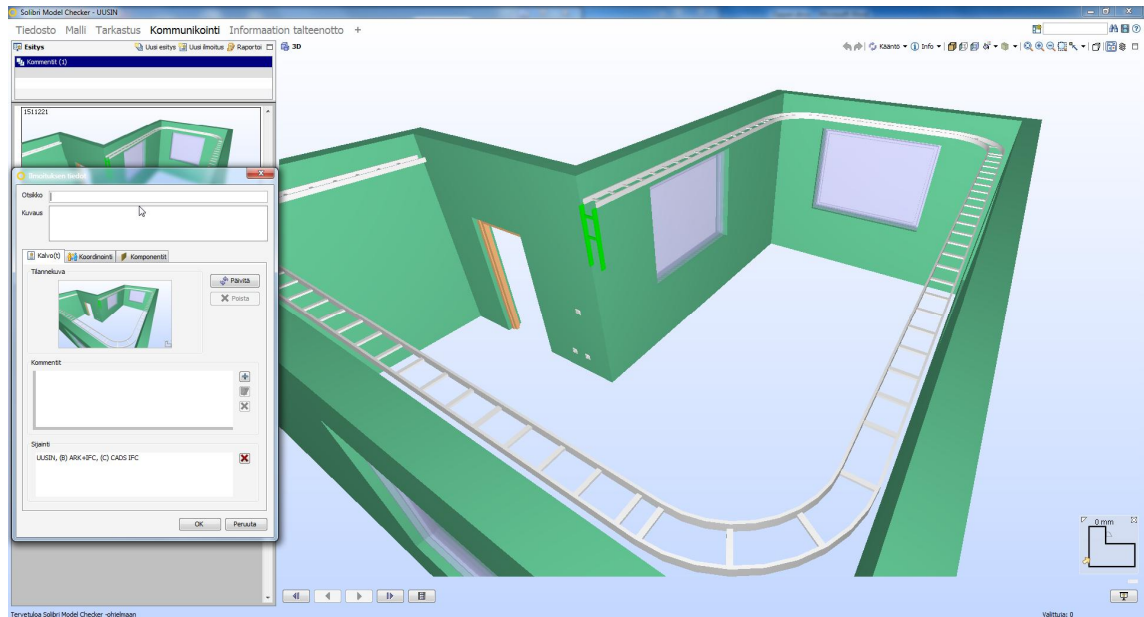
Tiedostomuodon tuki on ollut mukana MagiCAD ohjelmistossa versiosta 2012.11, ja se löytyy myös CADs Planner Electric ohjelmistosta. Tuki löytyy myös useista arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja mallintarkastusohjelmista.

Solibri Model Checker ohjelmistossa BCF –kommentin lisääminen onnistuu ”kommunikointi” -välilehdeltä. Kommentit koostuvat dia-esityksistä, joihin voidaan liittää kuvan-

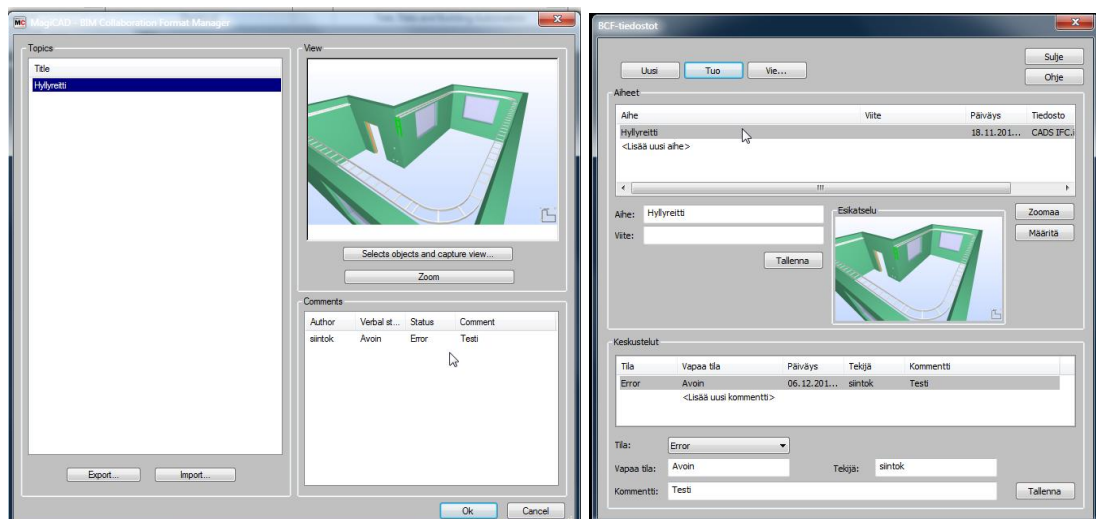
kaappauksia, kommentteja, sijaintitietoja ja erilaisia tilanne statuksia tarkastelun alla olevasta kohteesta. Kommentteja voidaan selata diaesityksenä, jolloin kaikki kommentin oleellinen tieto näkyy yhdessä ikkunassa. Valmiit kommentit viedään raporttiin halutussa formaatissa, jolloin ne ovat muiden tarkasteltavissa.

Raportti muotoina on valittavana Solibri Model Checker ohjelmassa BFC-raportti (v1.0 ja v2.0), perusraportit PDF- ja RTF-muodossa, sekä koordinointi raportti Excel formaatissa. Perusraportit ovat tarpeen silloin, kun kaikilla suunnitteluosapuolilla ei ole käytävissä BCF-formaattia tukevia ohjelmistoja tai tarvitaan paperinen raportti. Koordinointi raporttitaulukon etuna on, että esimerkiksi projektipankkiin tallennettuun koordinointiraporttiin on helppo eri suunnittelualojen edustajien käydä kommentoimassa löytyneitä ongelmakohtia ilman erillistä tarvetta sähköpostiviestinnälle tai BCF tuella varustettujen ohjelmistojen käytölle.

BCF –kommenttien hallinnointi tapahtuu CADS Planner Electric ohjelmistossa ”Tiedosto”-valikosta valitsemalla ”BCF”. Avautuvasta ikkunasta voidaan luoda tai tuoda BCF tiedostoja CADS Planner Electric ohjelmistoon. Solibri Model Checker –ohjelmistolla luotu BCF-tiedosto avautui ongelmitta sekä v.1.0 ja v.2.0 muodossa. MagiCAD Electrical –ohjelmistossa BCF -kommenttien hallinnointi tapahtuu ”Import/Export” –valikosta kohdasta ”BIM Collaboration Format Manager”. MagiCAD electrical 2015.4 tukee vain formaattia BCF v1.0 ja v.2.0-formaatissa tallennettua tiedostoa ei onnistuttu ohjelmassa avaamaan.



KUVA 11. Solibri Model Checker ohjelmiston BCF-komentointi työkalu.



KUVA 12. Solibri Model Checker ohjelmistolla luotu BCF-kommentti (v.1.0) auki.Magic Cad Electrical ja CADS Planner Electric -ohjelmistoissa.

Molemmilla sähkösuunnitteluohjelmistoilla on myös mahdollista luoda BCF –kommentteja suoraan ohjelmistossa. Kummallakin ohjelmistolla tehdyt BFC –tiedostot avautuivat ongelmitta Solibri Model Checker ohjelmalla.

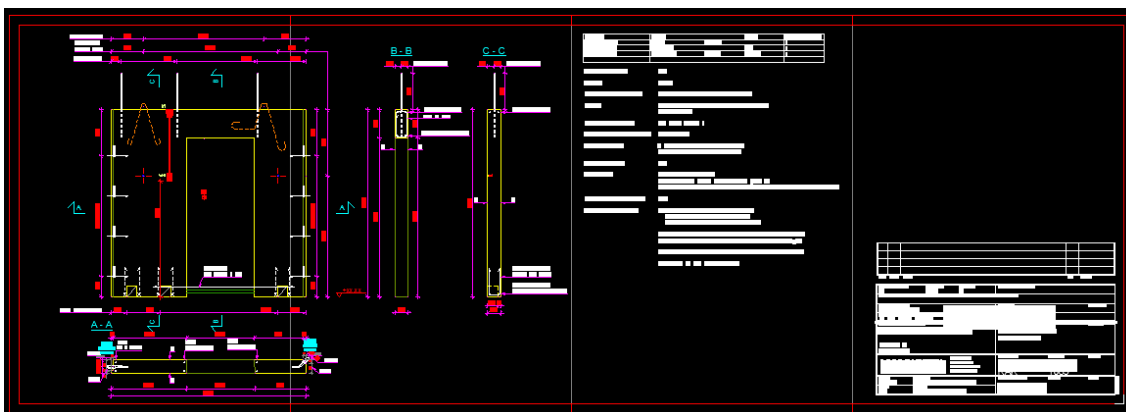
BCF –tiedostomuodossa on vielä kehitettävää. BCF -versiosta riippuen saattaa mallin tarkastelu ohjelmistojen välillä tehtyjen kommenttien kameraposition siirtyä, sillä eri oh-

jelmistot tuottavat kameranäkymän eri tavoilla. Usein myös vaaditaan monipuolisempaa kommunikointitapaa mallitarkastuksessa ilmenneiden ristiriitojen selvittämiseksi. Liian suora ja tekninen lähestymistapa ilmenneisiin ongelmiin saattaa aiheuttaa turhaa vastakkainasettelua eri suunnittelualojen välille viestintätavasta johtuen. Kommentointi työkaluna törmäystarkastelun oheen ja tietomallikoordinoinnin avuksi BCF –tiedostot on tervetullut lisäys.

5.7 Elementtien sähköistys

Perinteisesti elementteihin lisättävät sähköistykset sähkösuunnittelija on piirtänyt rakennesuunnittelijalta saatuihin 2D-piirustuksiin, ja rakennesuunnittelija saatuaan sähköistetyt elementtipiirustukset takaisin, on lähettänyt kuvat elementtien valmistajalle. Tietomallikohteissa ei tällä metodilla päästä tekemään törmäystarkastelua suoraan tietomallissa rakenteiden ja sähkövarausten välillä, mikä lisää virheiden mahdollisuutta. Elementtien sähköasennusten virheet ja puutteet ovat työläitä korjata jälkikäteen, joten suunnittelussa tulee olla huolellinen.

Edellä mainituista syistä sähkösuunnitteluohjelmistoihin kaivattaisiin elementtien sähkövarausten käsittelyyn soveltuvia työkaluja, jolloin rakennesuunnittelijan ei tarvitsisi lähettää erillisiä 2D-piirustuksia sähkösuunnittelijalle, vaan sähkösuunnittelija mallintaisi elementtien sähkövaraukset sähkösuunnitteluohjelmistossa ja veisi nämä tietomalliin, josta tiedot olisivat suoraan rakennesuunnittelijan käytettävissä. Tämä myös selkeyttäisi elementtien sähköistämistä sähkösuunnittelijan näkökulmasta, kun elementtien sähköistämisen voisi tehdä osana muuta suunnittelutyötä ja haluamassaan työjärjestyksessä. Yhtä lailla kerrosten välillä kulkevien putkitusten sijoittaminen olisi yksinkertaisempaa kun koko rakenne olisi suoraan käsiteltävissä yksittäisen elementin sijaan.



KUVA 13. Perinteinen 2D elementti kuva sähkövarauksineen auki.Magic Cad Electrical -ohjelmistoissa.

5.8 Automaattinen laadunvarmistus

Laadunvarmistus on olennainen osa sähkösuunnittelua ja mallinnusprosessia. Ohjaavana ajatuksena on, että mitä aikaisemmin virheet löydetään, sitä yksinkertaisempaa ja helpompaa on suunnitelmien korjaaminen. Suunnitelma tarkistuksia on totuttu tekemään ihmisten toimesta, mutta sen viemän ajan ja työmäärän vuoksi sen tekeminen pyritään tavallisesti minimoimaan.

Automaattisilla laadunvarmistuksen työkaluilla voidaan tehdä määrittelyjä, joiden perusteella ohjelmisto tarkistaa tehtyjä suunnitelmia. MagiCAD Electricistä ja CADs Planner Electricistä löytyvä törmäystarkastelu ominaisuus on esimerkki tästä.

Tällaisten ominaisuuksien käyttöä tulisi pyrkiä laajentamaan. Ennen suunnitteluprojektin aloitusta voitaisiin projektitietokantaan syöttää suunnittelua ohjaavia lähtötietoja, kuten esimerkiksi vaatimus tietyn luokituksen laitteiden käytöstä tietyissä tiloissa tai tietystä valaistustasosta tietyllä alueella. Projektin aikana syötettyjen suunnitteluohjaustietojen perusteella ohjelmisto voisi varoittaa ristiriitaisuuksista, ja mahdolliset ongelmat saataisiin ratkaistua heti niiden ilmetessä. Tästä olisi hyötyä etenkin projekteissa, joissa työskentelee useita henkilöitä ja projektiviestintään on varattu rajallisesti aikaa. Tällais-

ten ominaisuuksien täysipainoiseen hyödyntämiseen vaaditaan kuitenkin hyvin suunniteltu käyttöliittymä ja toiminnallisuus.

6 Yhteenveto

Työn aikana havaittiin, että tietomallipohjainen suunnittelu on jo merkittävä osa käsiteltyjen sähkösuunnitteluohjelmistojen toimintaa, ja käyttökokemus ohjelmistoista antoi hyvän kuvan siitä, miten tietomalliominaisuuksien käyttöä tulisi kehittää ja miten ne soveltuvat tietomallipohjaiseen suunnitteluun.

Molemmat ohjelmistot ovat lähteneet kehittämään tietomalliominaisuuksia ja molemmat ohjelmistot soveltuvat hyvin tietomallipohjaiseen suunnitteluun nykyisten vaatimusten puitteissa. Suunnitteluohjelmistojen tietomalliominaisuuksien helppokäyttöisyydessä ja toimintojen laajuudessa sekä selkeydessä on vielä kuitenkin parannettavaa ja kehitykselle löytyy useita kohteita.

Tietomallisuunnittelu tuo mukanaan selkeitä etuja kaikille rakennushankkeen osapuolille. Suunnittelun tarkkuus kasvaa mallipohjaisessa suunnittelussa, mutta samalla käytettävä aika ja työmäärä lisääntyvät. Suunnitteluohjelmistojen on tärkeä seurata tätä kehitystä, mutta yhtä lailla tarvitaan uudenlaista otetta suunnittelijoilta ja oikeiden työtapojen käyttöönottoa. Lähtötiedoilla ja eri suunnittelualojen yhteistyöllä on tietomalliprojekteissa kasvava merkitys, ja tämä tulisi huomioida projektinhallintaa, kokouksien ja yhteydenpitoon menevän ajan arvioinnissa. Tietomalli tuo osaltaan suunnittelijat lähemmäksi toteutusta samalla kun aikaisemmin työmaalla ratkaisemista vaativat asiat huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa ja tämä toivottavasti tiivistää toteutusvaiheen yhteistyötä urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden kesken.

Kun rakennushanke päätetään toteuttaa tietomallipohjaisesti, tulee ottaa huomioon, mitä hyötyjä mallintamisesta haetaan. Mikäli isossa rakennushankkeessa halutaan kaikki tietomallintamisen hyödyt käyttöön, tulisi sen kattaa kaikki rakentamisen osat alueet ja vaiheet tai siitä saatavat hyödyt kärsivät huomattavasti. Pienemmissä kohteissa taas saatetaan tuottaa malliin tietoa, jota ei joko osata tai haluta toteutusvaiheessa hyödyntää. Yhtälaillo kohteissa, joissa työmaa on jo käynnissä, on haastavaa suunnitella tietomallia käyttäen, sillä työmaan vaatimukset ovat usein akuutteja ja

suunnittelua on vaikea pitää ajan tasalla ilman perinteisen 2D suunnittelun suoraviivaisuutta.

Sähkösuunnitteluohjelmistoille voidaan nähdä selkeä kehityskaari, jossa siirrytään jatkossa käyttämään tilamalleja suoraan suunnittelua ohjaavina referensseinä perinteisten 2D piirustuksien ohessa. Tämän mahdollistamiseksi vaaditaan entistä kehittyneempiä työkaluja 3D näkymässä työskentelyyn ja järjestelmien kehittyessä automaattisia laadunvarmistusominaisuuksia, joilla helpotetaan ristiriitojen ja suunnitelma-konfliktien havaitsemista. Myös tietomallin oheen sidottu viestintä muuttuu todennäköisesti jatkossa yhä tärkeämmäksi osaksi suunnittelua, ja tämä tulisi huomioida myös sähkösuunnitteluohjelmistojen kehityksessä.

Tietomalliominaisuuksia kehitettäessä ei kuitenkaan tulisi laiminlyödä 2D suunnitteluominaisuuksien käytettävyyttä, sillä perinteisen sähkösuunnittelun suoraviivaisuuden tuomia etuja tarvitaan vielä jatkossakin.

Lähteet

COBIM. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Verkkodokumentti. Saatavissa: <<http://www.buildingsmart.fi/8>>. Luettu 16.11.2015.

Fischer, Martin, & Kam, Calvin. 2002. Evaluating product models, 4D-CAD, IFC and VR. PM4D Final Report. CIFE, Standford Universtity.

Haahtela, Yrjänä. 2015. Talonrakennuksen kustannustieto. Helsinki: Haahtela-kehitys Oy.

Haavisto, Ilkka. 2013. Tietomallintaminen korjausrakentamisen rakennesuunnittelussa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.

Hietanen, Jiri. 2005. Tietomallit ja rakennusten suunnittelu – Filosofinen selvitys tieto- ja viestintätekniiikan mahdollisuuksista. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Korpela, Jenni. 2011. Tietomallintamisen hyödyt ja haasteet rakennushankkeen eri osapuolten näkökulmasta. Aalto-yliopisto.

Kuitunen, Jamo. 2007. 3D Sähkösuunnittelu ja tietomallit. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu.

MagiCAD – Suomen johtavaa talotekniikan tietomallinnusta vuodesta 1998. 2015. Verkkodokumentti. Progman Oy. <<http://www.magicad.com/fi/content/magicad-suomen-johtavaa-talotekniikan-tietomallinnusta-vuodesta-1998>>. Luettu 16.11.2015.

Silius, Pirjo. 2013. Rakentamisen tietomallintamisen oikeudelliset haasteet. Verkkodokumentti. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK130205.pdf>>. Luettu 4.12.2015.

Standardit. 2015. Verkkodokumentti. BuildingSMART. <<http://www.buildingsmart.fi/5>>. Luettu 16.12.2015.

Tietoa yrityksestä. 2015. Verkkodokumentti. Kyndata Oy. Saatavissa:
<<http://www.cads.fi/fi/Yhteys/Tietoa%20yrityksest%C3%A4/>>. Luettu 16.11.2015.