

**3D-MALLINNUS SÄHKÖSUUNNITTELUSSA
CADS17-OHJELMALLA**

Törmänen Olli-Matti

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Sähkötekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Sähkötekniikka
Tekniikka ja liikenne
Insinööri (AMK)

Tekijä	Olli-Matti Törmänen	Vuosi	2018
Ohjaaja	Marko Kukkola		
Toimeksiantaja	Insinööritoimisto KTS Oy		
Työn nimi	3D-Mallinnus sähkösuunnittelussa CADS17-ohjelmalla		
Sivu- ja liitesivumäärä	37 + 3		

Opinnäytetyössä perehdyttiin 3D-mallintamiseen sähkösuunnittelussa CADS17-ohjelmistolla. Opinnäytetyö oli osa virallista sähkösuunnitelmaprojektia Insinööri-toimisto KTS Oy:llä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tietomallintamisen hyötyjä talotekniikan suunnittelussa sähkötekniikan osalta.

Opinnäytetyössä tutustuttiin sekä CADS17- ohjelman mallinnusominaisuuksiin että Tekla BIMSight- ohjelmistoon, jolla pystyttiin tarkastelemaan erilaisia taloteknisiä IFC-malleja.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi sähkösuunnitteluun 3D-tietomalli, jota voidaan käyttää sekä suunnittelu- että rakennusvaiheessa monien toimijoiden kesken. 3D-tietomallit tuovat enemmän mahdollisuuksia monimutkaisten rakenteiden ja tasojen suunnitteluun ja mallintamiseen nykyisen 2D-tietomallin sijaan.

Opinnäytetyöstä oli huomattavaa etua sen tilaajalle, koska tietomallintamisen kysyntä sähkösuunnittelutoimistoilla on kasvussa.

Technology, Communication and Transport
Electrical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Olli-Matti Törmänen	Year	2018
Supervisor	Marko Kukkola		
Commissioned by	Insinööritoimisto KTS Oy		
Subject of thesis	3D Modeling in Electrical Design with CADs17 Program		
Number of pages	37 + 3		

The purpose of this thesis was to investigate 3D modeling in electrical design. The thesis was part of the official electrical design project in the company of Insinööritoimisto KTS Oy. One of the most important things in this thesis was to try to find the benefits of the data modeling in electrical engineering in the design of building technology.

CADs17 and Tekla BIMSight programs were used in this thesis. Tekla BIMSight was able to check different IFC models of the building technology.

The product of this thesis was 3D data modeling for electrical design. This model can be used as well as in the design and building phase with many different operators. 3D data modeling brings more possibilities to complexity design than 2D data modeling.

In conclusion, the thesis brought lot of benefits for the customer. The offices of electrical engineering have to do more and more data modeling.

Key words

CADs17, 3D Modeling, IFC Model, Tekla BIMSight

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
Opinnäytetyön tilaaja.....	6
2 TIETOMALLINNUKSEN TEORIA	7
2.1 IFC -Tiedonsiirtostandardi ja tietomalli(BIM).....	7
2.2 CADS Electric -ohjelmisto	7
2.3 Tekla BIMsight.....	8
2.4 Tietomallinnuksen päätavoitteet	8
2.5 Talotekniikan suunnitteluvaiheet	9
2.6 Tietomallikoordinaattori	9
3 3D-SUUNNITTELU CADS17-OHJELMALLA.....	11
3.1 Projektin luominen.....	11
3.2 Kerrosasetusten määrittäminen.....	12
3.3 Projektipuu	14
3.4 Tuotemallien luominen	15
3.5 Symbolitoiminnot.....	17
3.6 3D-Symbolin piirto	21
3.7 Johtotiet.....	23
3.8 3D-generointi ja vastaavuustoiminto	25
3.9 Törmäystarkastelu CADS17 -ohjelmalla.....	26
3.10 Törmäystarkastelu Tekla BIMsight -ohjelmalla	27
3.11 IFC-mallin luominen.....	28
3.12 IFC-Reikäkierto	31
4 POHDINTA	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	37

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on toteuttaa sähkösuunnittelun yhteydessä 3D-mallinnusta CADS17-ohjelmistolla. Nykypäivänä suunnittelussa yhä useammin suunnittelu tehdään 3D-mallintaen, jolla saadaan jo suunnitteluvaiheessa vähennettyä eri järjestelmien fyysisiä yhteentörmäyksiä. Mallintamisen hyötynä on järjestelmien yhteensovittaminen asennusvaiheessa verrattuna perinteiseen 2D-piirtämiseen. Suunnittelu on työläämpää, mutta tavoitteena on suunnitteluvirheiden vähentäminen.

Opinnäytetyössä toteutetaan 13-kerroksisen kerrostalon sähkösuunnittelu, jossa käydään läpi mallintamisen eri työvaiheet projektin luomisesta lopullisiin IFC-malleihin asti. Työssä ei käsitellä tarkemmin itse sähkösuunnittelua vaan ainoastaan mallintamiseen liittyvät työvaiheet. Työn lisähaasteena oli perinteiseen kerrostalon sähkösuunnitteluun verrattuna KNX-taloautomaatiojärjestelmä, jolla ohjataan ja mitataan muun muassa asuntojen valaistusta, pistorasioita ja ilmanvaihtoa.

Työn toteutuksessa tehdään yhteistyötä arkkitehdin ja LVI- sekä rakennesuunnittelijan kanssa. Kaikki suunnittelijat toteuttavat omat IFC-mallinsa, jotka kootaan yhteen, ja suoritetaan törmäystarkastelu yhteisen koordinaattorin avulla. Projektin suunnittelun lähtökohtana pitää olla arkkitehdin luoma IFC-malli, johon muut suunnittelijat tuovat omat mallinsa. Sähkösuunnittelulle tilanne on optimaalinen, kun LVI-suunnittelija on tehnyt jo normaalit suunnitelmat sekä oman IFC-mallin.

Opinnäytetyön tilaaja

Opinnäytetyö toteutettiin Insinööritoimisto KTS Oy:lle, jonka pääpaikkana on Oulainen. Toinen toimipaikka on Oulussa, jossa tämä opinnäytetyö suoritettiin. Yritys on perustettu vuonna 2010. Yhtiö on viime vuosina kasvanut. Yrityksen palveluksessa työskentelee tällä hetkellä 10 henkilöä, joista kahdeksan on sähkösuunnittelijoita. (Insinööritoimisto KTS Oy 2018.)

Yrityksessä tehdään ainoastaan sähkösuunnittelua. Suunnittelua tehdään kerrostaloihin, hoiva- ja päiväkoteihin, toimitila- ja liikerakennuksiin, rivi-, luhti- ja omakotitaloihin, teollisuuskohteisiin ja julkisiin rakennuksiin. (Insinööritoimisto KTS Oy 2018.)

Sähkösuunnittelun lisäksi suunnittelijat toimivat konsultteina muun muassa mitoituksissa, hankekartoituksissa sekä KVR-selosteiden tekemisessä. Perinteisen sähkösuunnittelun lisäksi yritykseltä voi tilata suunnitelmat massoiteltuna, jolloin tilaaja saa suunnitelman lisäksi valmiit määrät kaikista sähkötarvikkeista. (Insinööritoimisto KTS Oy 2018.)

2 TIETOMALLINNUKSEN TEORIA

2.1 IFC -Tiedonsiirtostandardi ja tietomalli(BIM)

IFC (*Industry Foundation Classes*) on tietomalliohjelmistojen yhteinen mallien kuvaustapa. Tällä kirjainyhdistelmällä tarkoitetaan usein myös avointa tiedonsiirto muotoa (IFC -tiedosto), jolla malleja voidaan siirtää ohjelmistosta toiseen. Nykyisin ohjelmistoissa yleisesti käytössä oleva versio on IFC 2x3, vaikkakin sen seuraaja IFC 4 on jo julkistettu. (BuildingSmart Finland 2018.)

IFC määrittelystandardi on kansainvälinen ja Suomessa YTV2012:ssa se on asetettu julkisten kohteiden tietomallistandardiksi. Rakennuksen tietomallista käytetään lyhennettä BIM, joka tulee englannin kielisistä sanoista Building Information Model. (BuildingSmart Finland 2018.)

2.2 CADS Electric -ohjelmisto

CADS Electric on suunnittelujärjestelmä, joka pitää sisällään niin sähkö-, tele- kuin datajärjestelmien suunnittelun, joko 2D- tai 3D-muodossa (BIM). CADS Electricillä suunnitellaan myös sähköjakeluverkot, järjestelmä-, keskus- ja piiri-kaaviot. (Kymdata Oy 2018.)

CADS Electricissä voidaan aloittaa suunnittelu tasokuvasta, keskuskaaviosta, piirikaaviosta, keskuslayoutista tai tietokannasta, miten vain parhaiten sopii. Tehokkuutta tuo se, että kaavioiden suunnittelussa voidaan hyödyntää aiemmin tehtyjä projekteja tai malliprojekteja. Esimerkiksi uuteen projektiin tuodaan kasa vanhoja keskuskaavioita, mistä on sitten helppo jatkaa tasokuvien suunnittelua. (Kymdata Oy 2018.)

Muutettaessa CADS Electricissä suunnittelutietoa yhdessä paikassa, siirtyy muutos myös muokattujen objektien kaikkiin esiintymiin. Ohjelmassa voidaan muut-

taa suunnittelutietoa tasokuvassa, keskuskaaviossa, piirikaaviossa, keskustalayoutissa, tietokannassa, projektipuussa tai Excelissä. Suunnittelun voi aloittaa eri paikoista ja täydentää tai muokata tietoja matkan varrella eri sovelluksissa, projektipuussa tai tietokannassa. (Kymdata Oy 2018.)

CADS Electric lukee ja tuottaa DRW-, DWG-, DXF- ja PDF-tiedostoja sekä IFC-tietomalleja. Ohjelmistolla tuodaan ja viedään esimerkiksi projektikohtaisia tietoja, raportteja ja luetteloita Exceliin jatkokäsiteltäväksi ja takaisin CADS Electriiciin. (Kymdata Oy 2018.)

2.3 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight-ohjelmisto on ammattikäyttöön ja (erityisesti) rakennusalan projektiyhteistyöhön tarkoitettu työkalu. Kaikki rakennusprojektin osapuolet voivat yhdistää mallinsa, tehdä törmäystarkastelut ja jakaa tietoja yhdessä ja samassa helppokäyttöisessä BIM-ympäristössä. (Tekla BIMsight 2018).

Tekla BIMsightin avulla projektin osapuolet voivat tunnistaa ja ratkaista ongelmat jo suunnitteluvaiheessa ennen rakennustöiden alkua. (Tekla BIMsight 2018.)

2.4 Tietomallinnuksen päätavoitteet

Kiinteistöjen ja rakennuksien mallinnuksen tavoite on suunnittelun ja rakentamisen laadun, tehokkuuden, turvallisuuden ja kestävä kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari-prosessin tukeminen. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, lähtien suunnittelun alusta ja jatkuen vielä rakennusprojektin jälkeenkin käytön ja ylläpidon aikana. (Henttinen 2012a, 5.)

Tietomallit helpottavat investointipäätöksissä. Tällöin voidaan vertailla ratkaisujen toimivuutta, laajuutta ja kustannuksia. Tietomallit helpottavat suunnitelmien havainnollistamisesta ja rakennettavuuden analysoimisesta. Tietomallit helpot-

tavat laadun varmistuksessa, tiedonsiirron parantamisessa ja suunnitteluprosessin tehostamisessa. Tietomallit helpottavat rakennushankkeiden tietojen hyödyntämisen käyttöä ja ylläpidon aikaisissa toiminnoissa. (Henttinen 2012a, 5.)

2.5 Talotekniikan suunnitteluvaiheet

Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaihe on muita suunnitteluosapuolia tukevaa suunnittelua, jossa tavoitteena on tuottaa riittävät tiedot ARK- ja RAK-mallin tekemiseksi. Näiden tietojen saamiseksi tehdään esimerkiksi energia- ja olosuhdesimulointeja sekä muita matemaattisia laskentoja. (Henttinen 2012a, 13-15).

Talotekninen suunnittelu ei tuota ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa koko rakennuksen kattavaa järjestelmämallia, vaan keskittyy järjestelmävalintoihin, palvelualuekaavioihin sekä teknisiin tilavarauksiin. (Henttinen 2012a, 13-15.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa tehdään vaihtoehtoisia ratkaisuja talotekniikan suunnittelun tehtäväluettelon mukaisesti. Kaikkiin ehdotussuunnitteluvaiheen tehtäviin ei ole välttämättä tarvetta käyttää tietomallinnusta. Tietomallinnuksen laajuus sovitaan projektissa tai suunnittelutarjouspyynnössä tarkoituksenmukaiseksi. (Henttinen 2012a, 13).

Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään koko rakennuksen kattavat järjestelmämallit. (Henttinen 2012a, 17.)

2.6 Tietomallikoordinaattori

Hankkeessa usein nimetään tietomallikoordinaattori, joka voi olla joko pääsuunnittelija tai joku muu pääsuunnittelijan tai hankejohdon valitsema taho. Tietomallikoordinaattorin tehtävät ovat osin pääsuunnittelijan tehtävien kanssa päällekkäisiä, mutta luonteeltaan usein teknisiä. (Henttinen 2012a, 18).

Yhdistelmämallien kasaamisesta huolehtii tietomallikoordinaattori, joka raportoi havaitsemansa virheet pääsuunnittelijalle ja muille suunnittelijoille. Eri suunnittelualojen mallien päivittämisestä ja suunnitelmien yhteensovittamisesta huolehtiminen ja muutostilanteiden valvonta ovat tehtäväluettelon mukaisesti pääsuunnittelijan vastuulla. (Henttinen 2012a, 18).

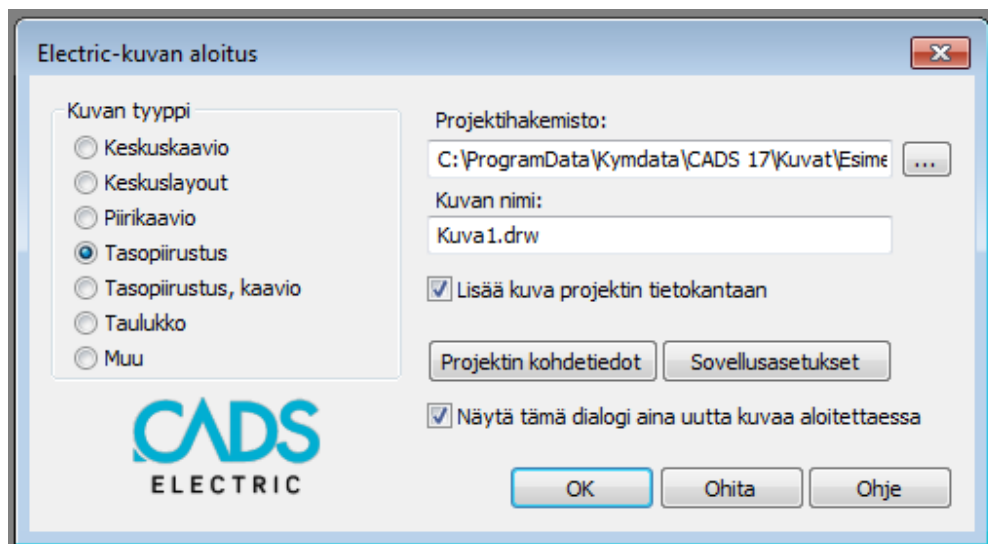
Suunnittelun alussa tietomallikoordinaattori järjestää mallien yhteensovittamistestin, jolla varmistetaan eri suunnittelualojen koordinaatistojen ja korkojen yhteensopivuus. Käytännössä tämä tehdään siten, että arkkitehti mallintaa muutamman rakennusosan kuten alapohjan, välipohjan, seinät, ikkunat ja kalusteet. Nämä tulevat rakennuksen paikalle sen hetkisen suunnitelman mukaisesti. Sen jälkeen arkkitehti lähettää IFC -mallin muille suunnittelijoille. Jokainen suunnittelija lisää malliin vastaavasti oman suunnittelualansa työkaluilla muutamman rakennusosan. IFC -malleja yhdistäessä voidaan aukottomasti todentaa, että kaikilla on käytössään sama koordinaatisto ja korkoasemat. (Henttinen 2012a, 18).

Tietomallikoordinaattorin tehtäviä ehdotussuunnitteluvaiheessa on selvittää, mitä malleja hankkeen eri vaiheissa tarvitaan ja mitä malleja eri suunnittelijoiden vastuulla on. Tietomallikoordinaattori päivittää tietomallintamisen aikataulu ja tavoitteet yleistilanteen mukaisesti. Tietomallikoordinaattorin tehtävänä on tarkistaa, että tarvittavat tietomallit on tehty. Tietomallikoordinaattori tarkistaa tietomallien yhteensopivuus ja ristiriidattomuussuunnittelutilanteen mukaisesti. (Henttinen 2012a, 18).

3 3D-SUUNNITTELU CADS17-OHJELMALLA

3.1 Projektin luominen

Suunnittelu aloitetaan kuten normaali suunnittelu, avataan CADS Electric-ohjelma ja valitaan alavetovalikosta uusi kuva. Avaamisen yhteydessä perustetaan projektikansio, johon kaikki tarvittavat dokumentit sekä kuvat tallennetaan. Projektikansio voi sijaita esimerkiksi CADS17\Kuvat kansiossa, jossa on eri alikansioita eri projekteille. Perustettuun kansioon tallentuu projektitietokanta, joka on nimeltään EDBProject.mdb. Projektitietokanta muodostuu heti ensimmäisen kuvan aloittamisen yhteydessä. Tietokantatiedosto on tärkeä, koska siellä sijaitsee muun muassa projektin kohdetiedot, kaapelityypit ja tuotemallit, joita suunnittelussa käytetään. Tuotemalleja voidaan tuoda muista projekteista, kuten valaisimet, pistorasiat, jolloin tuotemalleja ei tarvitse tehdä aina uudelleen. Tietokantaa käytetään ja muokataan Projektipuu-käyttöliittymän kautta. (CADS 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 1. Projektin aloitus

Projektin asetukset

Kohdetiedot

Työnumero:

Kaupunginosa: Tontti:

Kortteli / tila: Kohdetyyppi: UUDISRAKENNUS

Kohteen nimi:

Kohdetieto 1: Kohdetieto 4:

Kohdetieto 2: Kohdetieto 5:

Kohdetieto 3: Kohdetieto 6:

Muut tiedot

Suunnittelija: Tilaajan numero:

Yhteyshenkilö: Viranomaismerkinnät:

Päiväys:

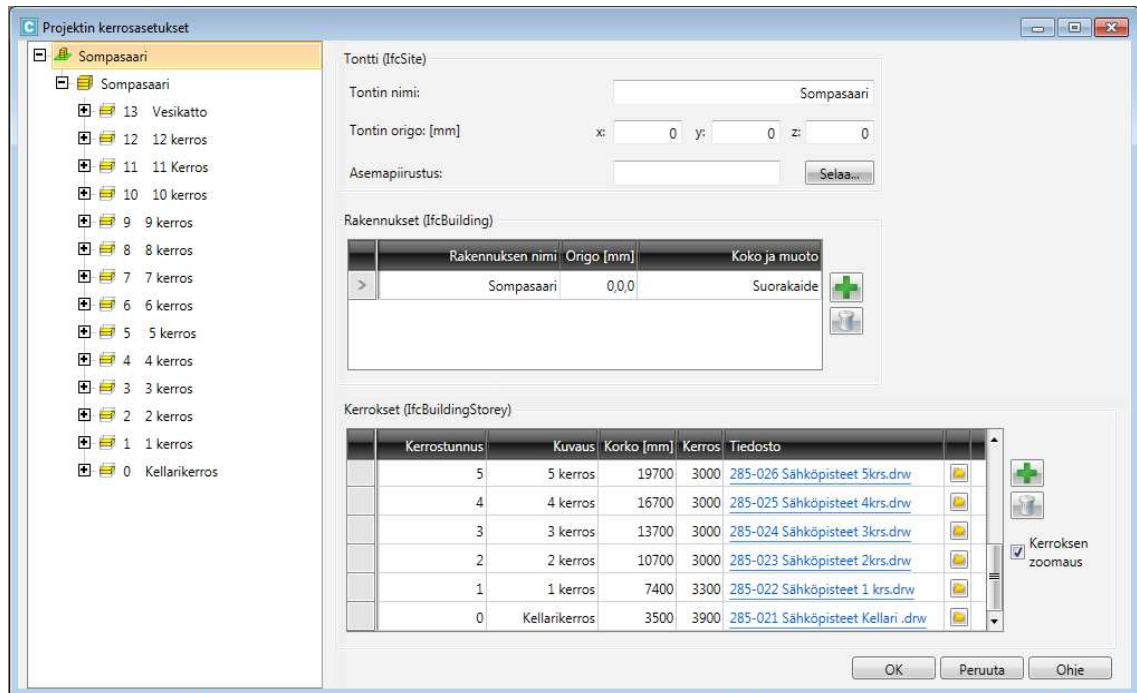
OK Peruuta Ohje

Kuva 2. Kohdetietotojen määrittäminen

Kuvassa 1 näkyy electric-kuvan aloitusikkuna, jossa valitaan piirrettävän kuvan tyyppi. Projektin kohdetietoihin kuvan 2 mukaan määritetään suunniteltavan kohteen osoite, työnumero, päivämäärä ja suunnittelijan tiedot, jotka näkyvät piirrettyjen kuvien nimiötiedoissa myöhemmässä vaiheessa. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3.2 Kerrosasetusten määrittäminen

Uuden tasokuvan aloittamisen yhteydessä pohjaksi eli viitekuvaksi tuodaan arkkitehdin piirtämä pohjakuva, jolle määritetään sijainti, kerroskorko, kerroskorkeus ja kerroksen numero. Määritykset tehdään jokaiselle kerrokselle erikseen. Lattiakorot määrittää arkkitehti. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

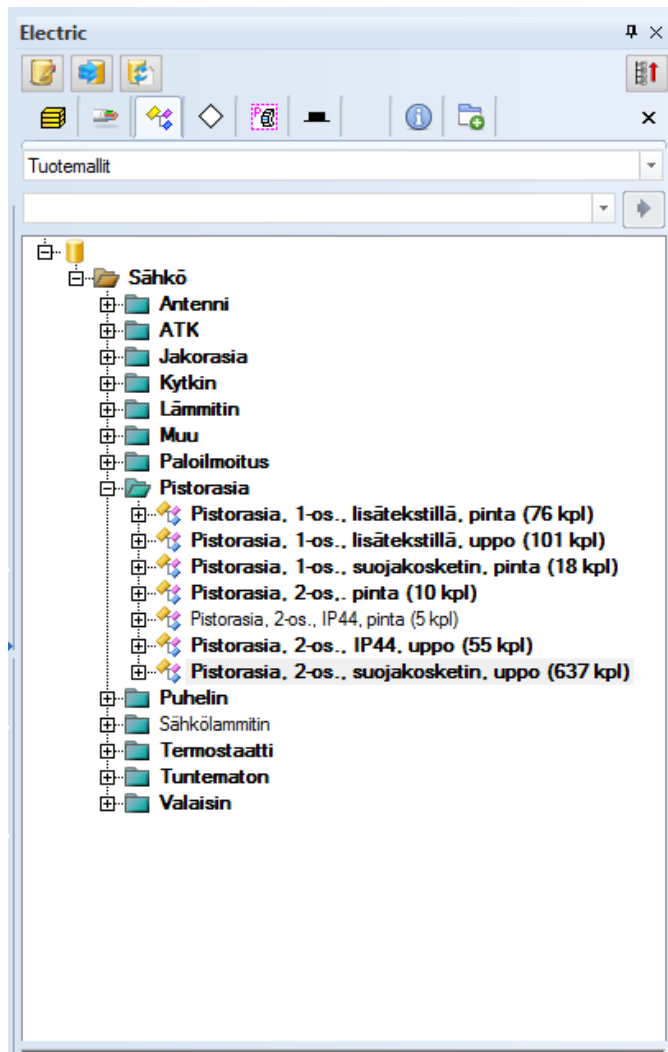


Kuva 3. Kerrosasetusten määrittäminen

Kerrosasetuksia voidaan muuttaa ja määrittää projektin edetessä kerrosasetuksista, jotka löytyvät valikosta KUVIEN KÄSITTELY ja KERROSTOIMINNOT. Tasokuvassa voi olla useita eri lattiakorkoja, joista valitaan yksi. Esimerkkinä ykkös-kerroksessa A-rapun lattiakorko on +7.70 ja B-rapun lattiakorko on +7.40, johon valittiin B-rapun lattiakoron. Tasokuvaan piirrettäessä symboleita tai kaapelihyllyjä pitää huomioida lattiakoron muutos eri tiloissa, koska B-rapun 200 mm korkeudelle sijoitetut pistorasiat tulevat A-rapussa 300 mm alemmaksi samoilla asetuksilla. A-rapun pistorasioiden sijoituskorko pitää olla 500 mm, jotta korko on oikea. Tästä esimerkki kuvassa 3. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3.3 Projektipuu

Projektipuuhun lisätään kaikki tuotemallit, joita projektissa käytetään (Kuva4).

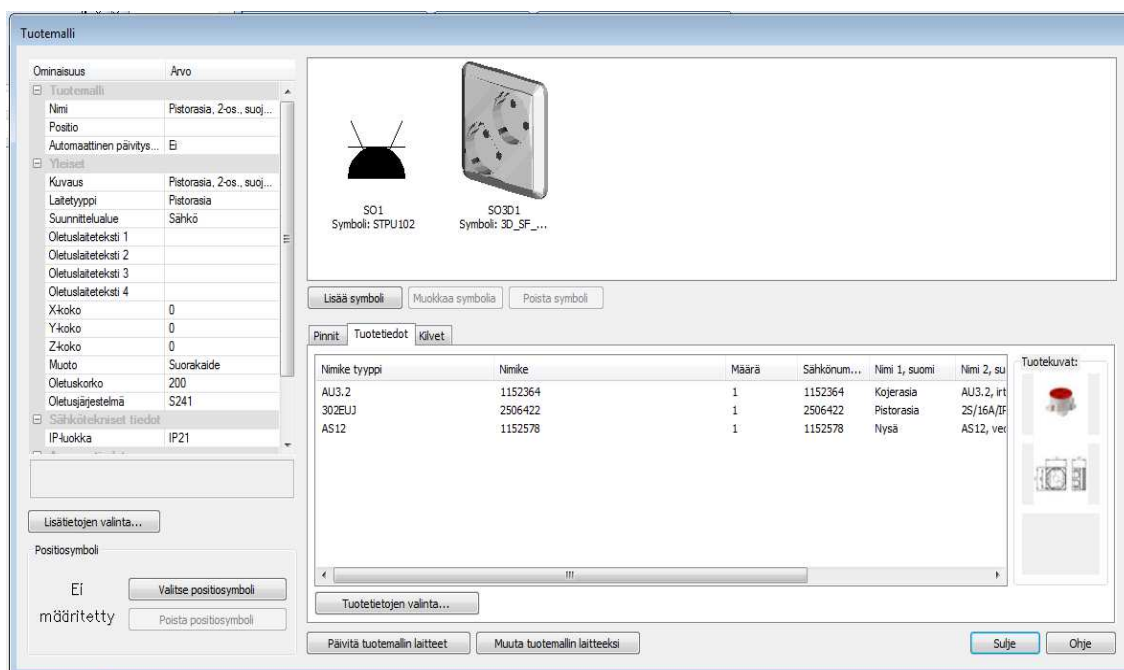


Kuva 4. Projektipuunäkymä

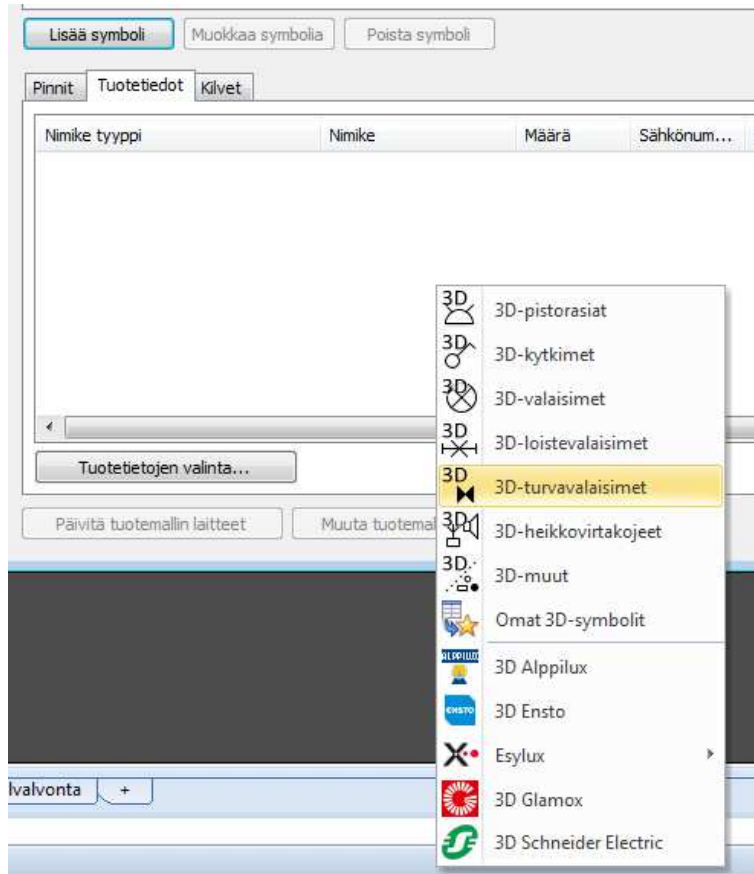
Tasokuvaa piirrettäessä käytetään tuotemalleja niiden symboleiden osalta, jotka halutaan viedä IFC-mallin. Vaihtoehtoisesti voidaan määrittää symbolin 3D-vas-
taavuus, jolloin saadaan generoitua kuvaan vastaavat 3D-mallit ilman tuotemal-
lia. Massoiteltaessa tuotemalleihin voidaan tuoda myös muutakin tietoa, kuten
rasiat ja vedonpoistajat joista voidaan saada tarkat määrät listattuna. Tuotemallit
ovat jaoteltuna eri järjestelmiin projektipuussa, jolloin ne ovat helposti löydettä-
vissä. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3.4 Tuotemallien luominen

Tuotemallit luodaan viemällä hiiren osoitin projektipuussa tuotemalli-kohtaan, klikkaamalla hiiren oikeanpuoleista painiketta ja valitsemalla Luo uusi tietomalli. Ensimmäisenä lisätään 2D-symboli, jolloin ohjelma asettaa oikean oletusjärjestelmän, nimen ja 3D-symbolin, jos se on valamiina ohjelmassa (Kuva5). Samalla voidaan määrittää oletuskorko laitteelle. Tuotetieto-kohtaan voidaan lisätä tietomalliin sisältyvät tuotteet sähkönumeroilla kuten rasiat ja nysät. Valaisimissa sekä lämmittimissä määritetään tuotetietoihin myös positionumero. Yleisemmin käytetyistä symboleista löytyy ohjelmasta valmiiksi piirretyt 3D-mallit, kuten pistorasiat, kytkimet ja jakorasiat. Valaisimista löytyy eri vaihtoehtoja kohdasta LISÄÄ UUSI SYMBOLI ja alavalikosta UUSI 3D-SYMBOLI. Tästä esimerkki kuvassa 6. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

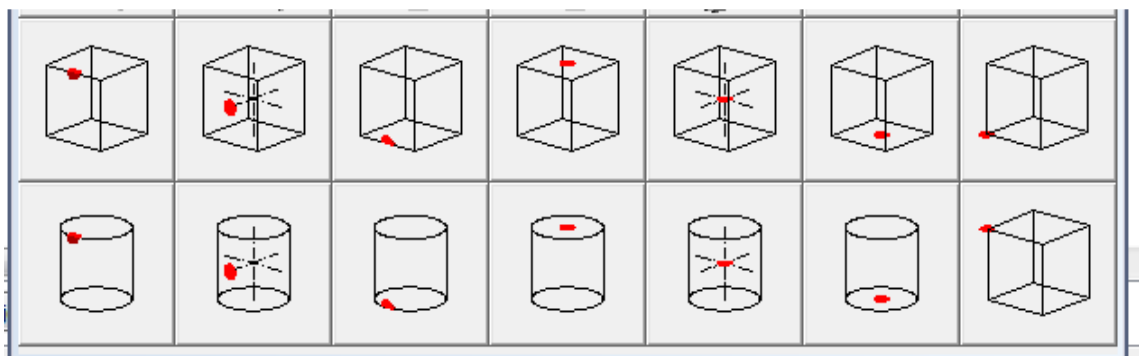


Kuva 5. Esimerkki pistorasiatuo-temallista



Kuva 6. 3D-Mallin lisäys

Jos ei ole käytettävissä valmista 3D-mallia esimerkiksi 1200 mm pitkälle LED-nauhalle, voidaan valita valikosta 3D-muut kohta. Valikosta aukeaa vaihtoehtoisia yksinkertaisia malleja, josta voidaan valita valaisinta muistuttava malli kuten laatikko (Kuva 7). Punainen täplä kertoo symbolin kohdistuspisteen. 3D-malli piirtyy nyt tuotemallin ominaisuuksiin määritetyn kokotietojen mukaan. Tuotemalleja voidaan piirtää myös 3D-piirtotoiminnolla ja lisäämällä ne omat 3D-symbolit valikkoon. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

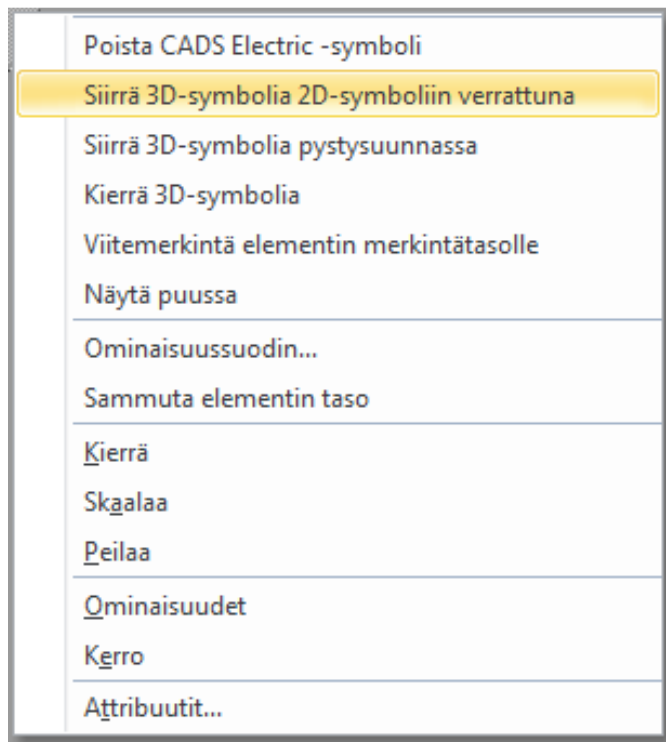


Kuva 7. Vaihtoehtoja 3D-muut valikossa

3.5 Symbolitoiminnot

Symbolien sijoittelussa tasokuvaan auttaa Snap-toiminon valitseminen. Toiminon avulla pystytään sijoittamaan symboli oikeaan kohtaan mm. seinästä. Jos ei käytetä Snap-toimintoa, 3D-piirrokset eivät osu seinäpintaan, vaan voivat olla seinän sisällä tai ilmassa. Samalla määritetään symbolille sijoituskorkeus, jos korkeus poikkeaa tuotemallille asetetusta oletuskorkeudesta. Symbolin muutettava sijoituskorkeus voidaan määrittää ominaisuuksista. (CADS 17 Electric Pro 2017).

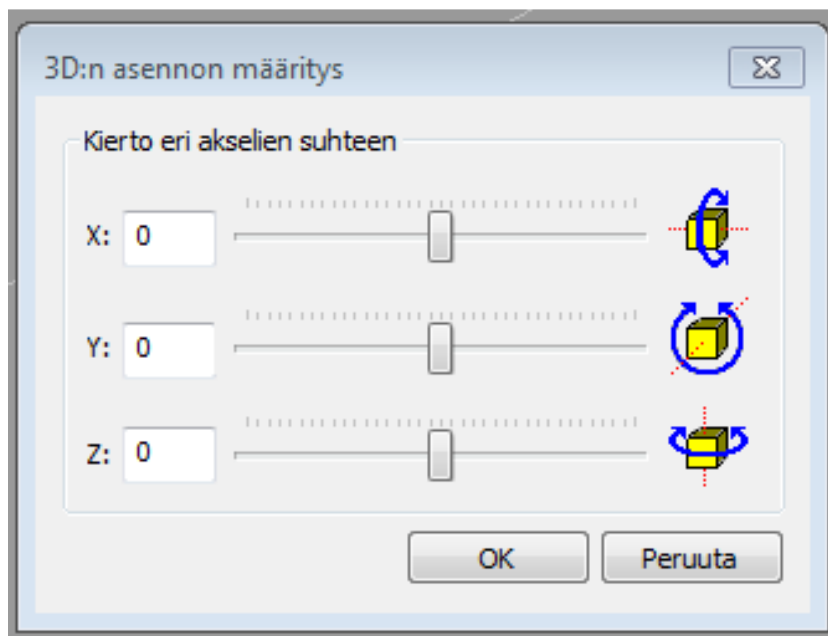
Generoitaessa 3D-symboli tasokuvaan nähdään, miten symboli asettuu tasokuvalle. Painamalla hiiren oikealla painikkeella 3D-symbolin päällä päästään valikkoon, josta voidaan 3D-symbolia siirtää tai kiertää suhteessa 2D-symboliin. Siirtäminen 3D-symbolia tasokuvassa ei onnistu ilman, että käyttää siihen tarkoitettuja toimintoja. Generoituja 3D-symboleita pystyy kyllä siirtämään ja kiertämään, mutta generoitaessa uudelleen kuvaan ne eivät ole siirtyneet. (Kuva7.) (CADS 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 7. 3D-symbolin siirto/kierto

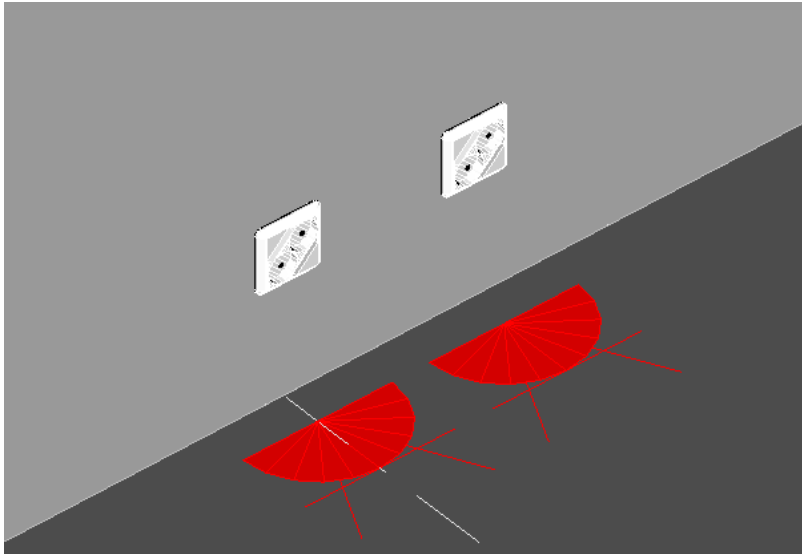
Piirrettäessä jakorasia voidaan se sijoittaa joko seinään tai kattoon, jolloin 3D-symbolia täytyy tarvittaessa kiertää. Kierrettäessä 3D-symbolia käytetään valikon kierrä 3D-symbolia toimintoa. Kuvassa 8 näkyy x-, y- ja z-akselien kierto asteina. Esimerkiksi jakorasian kannen ollessa katossa asetetaan x-akselille arvoksi 90. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3D-symbolin jäädessä irti seinästä tai halutusta pinnasta voidaan käyttää valikkoa siirrä 3D-symbolia 2D-symboliin verrattuna. Vaikka käytetään Snap-toimintoa symboleiden piirtämisessä, joudutaan usein käyttämään vielä 3D-symbolien kiertotoimintoja (Kuva8). (CADS 17 Electric Pro 2017.)



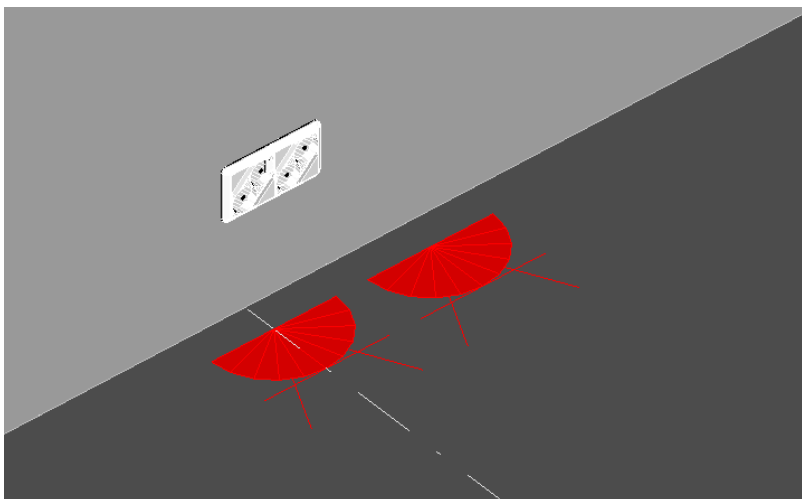
Kuva 8. 3D-symbolin kierto

Piirrettäessä tasokuvaan symboleita vierekkäin ja generoitaessa 3D-symbolit piirtyvät kuvan 9 mukaan. Ohjelma ei tee automaattisesti esimerkiksi pistorasiaryhmistä vierekkäin sijoittuvaa ryhmää, vaan ne ovat erillään toisistaan. (CADS 17 Electric Pro 2017.)



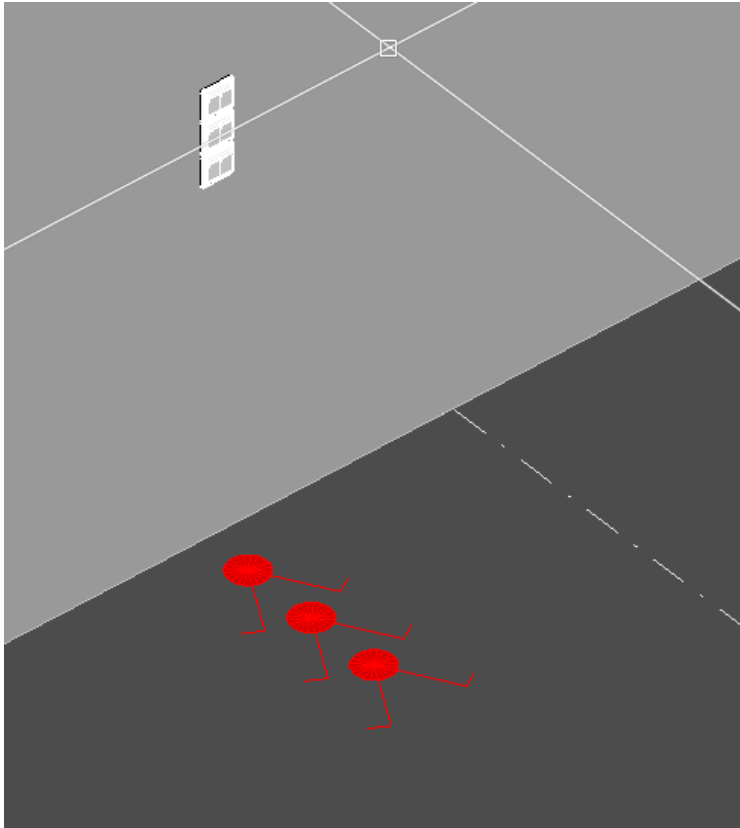
Kuva 9. Vierekkäin sijoitetut pistorasiat

Halutessa voidaan tehdä esimerkiksi kahden kaksiosaisen pistorasian ryhmä 3D-mallille käyttämällä valikkoa tai komentoa Luo kojeryhmä, jolloin ohjelma kysyy valittavat 2D-kojeet tai symbolit sekä kysyy pääelementin, joka pysyy paikallaan 3D piirroksessa. Tyypillisiä kojeryhmiä ovat pistorasia, antenni ja ATK-pisteet. Tästä esimerkki kuvassa10. (CADS 17 Electric Pro 2017.)



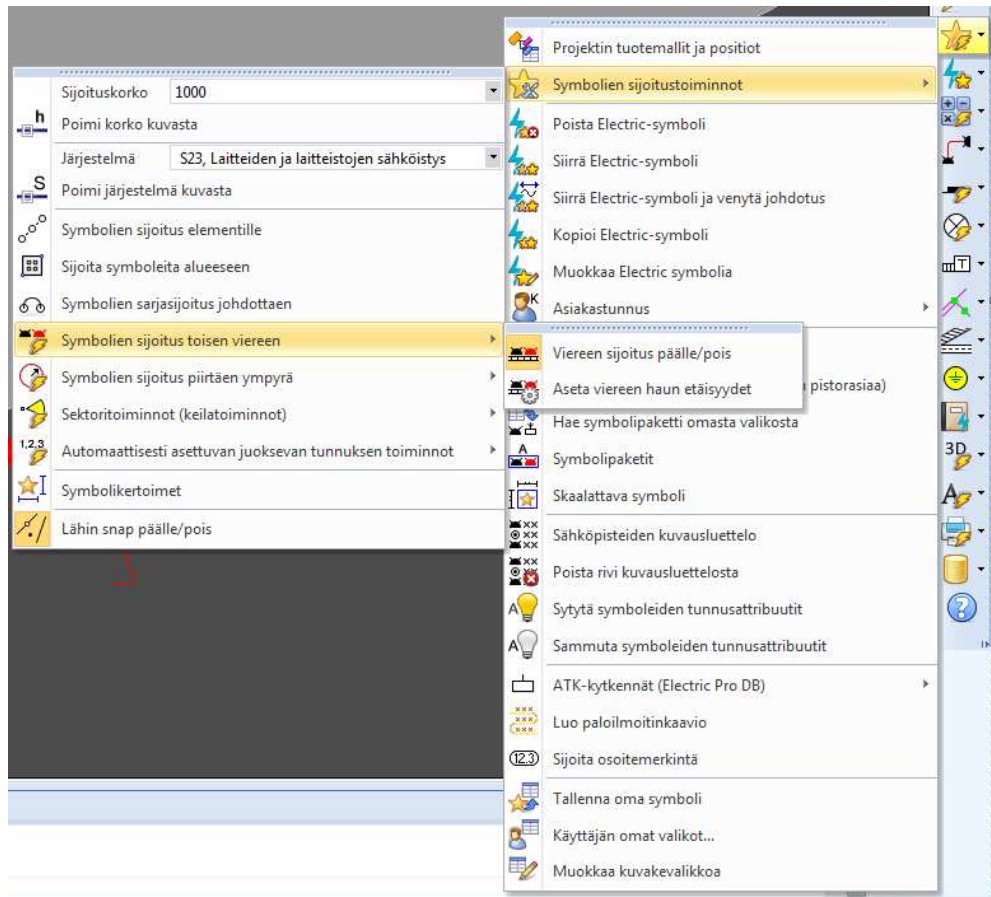
Kuva 10. Vierekkäin sijoitetut pistorasiat ryhmitettynä

Piirrettäessä kytkinryhmiä ohjelma piirtää automaattisesti ryhmät, kun symbolit ovat riittävän lähellä toisiaan. Käyttämällä toimintoa Symbolin sijoittaminen toisen viereen helpottaa merkittävästi ryhmien muodostamista (Kuva11). (CADS 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 11. Kytkinryhmän muodostaminen

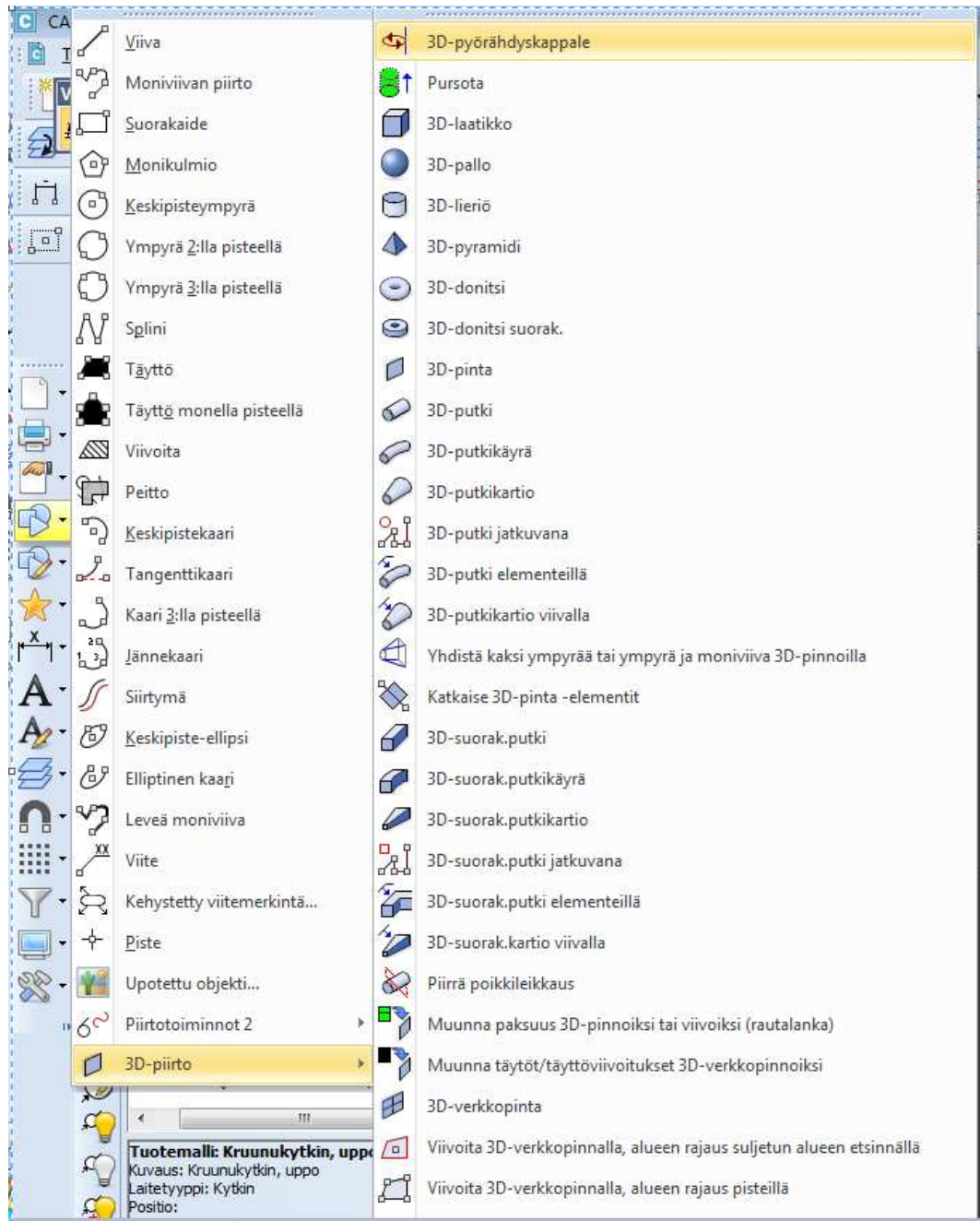
Symbolin sijoitus viereen -toiminto auttaa ryhmien muodostamisessa, koska symboleiden välit pysyvät oikealla etäisyydellä (Kuva12). (CADS 17 Electric Pro 2017.)



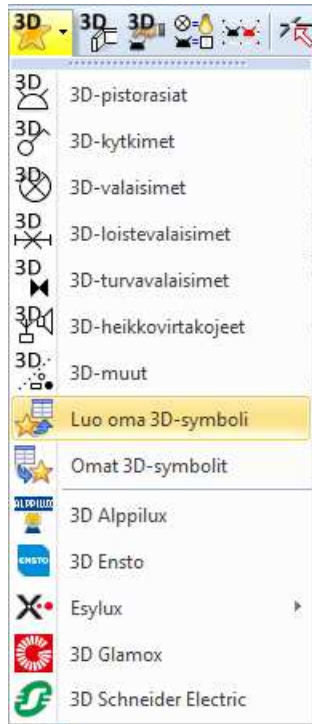
Kuva 12. Symbolin sijoitus viereen -toiminto

3.6 3D-Symbolin piirto

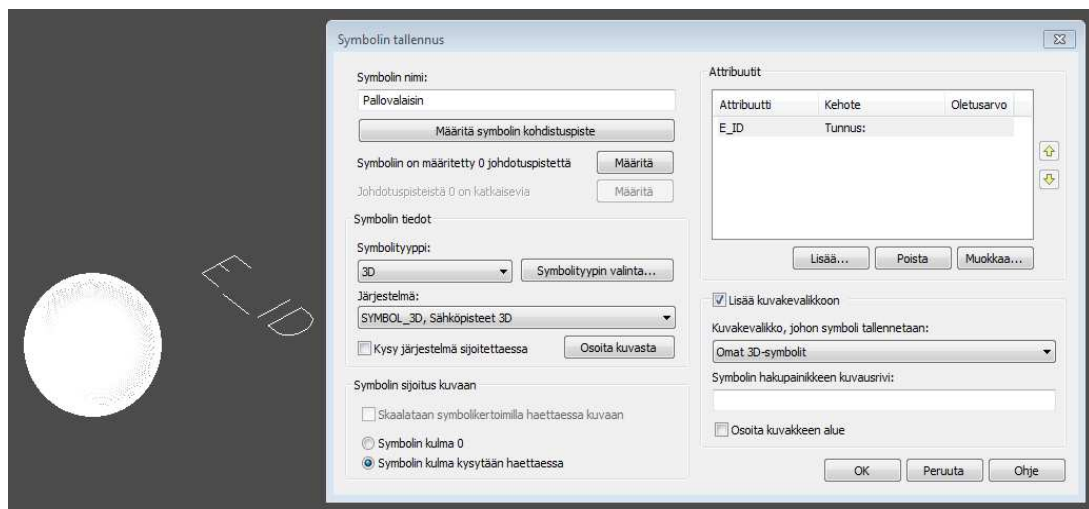
Piirtotoimintojen avulla voidaan piirtää eri mallisia 3D-malleja, kuten millä tahansa 3D-mallinnusohjelmalla (Kuva13). Piirtotoimintoa voidaan käyttää esimerkiksi tehtäessä oma valaisin (Kuva15). Yksinkertaisen pallovalaisimen voi tehdä käyttämällä 3D-pallotoimintoa ja lisäämällä symbolin Omat symbolit -valikkoon (Kuva14). (CADS 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 13. 3D-piirtotoiminnot



Kuva 14. Oman 3D-symbolin luominen

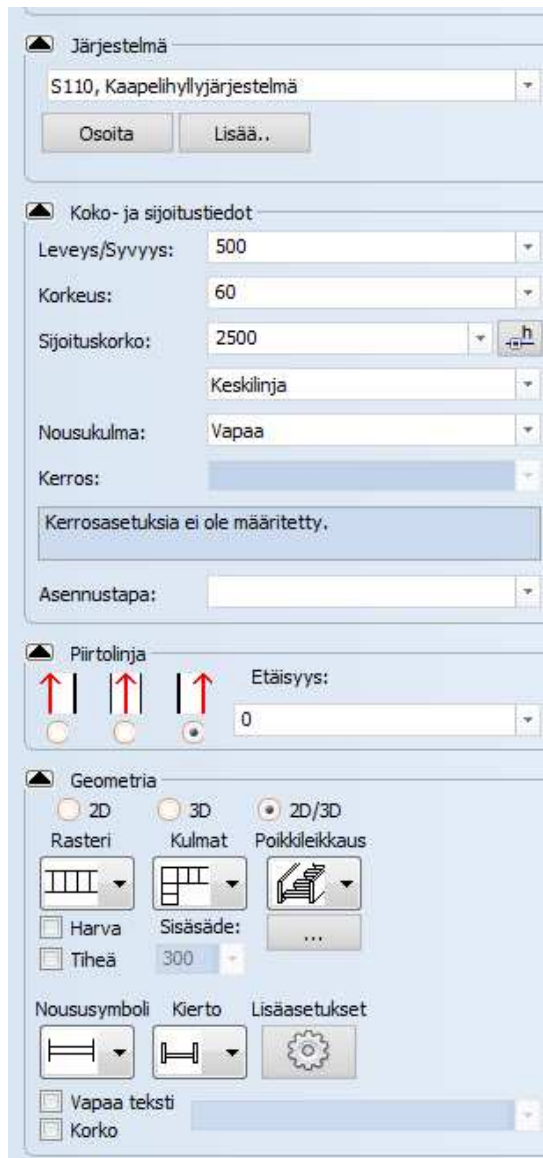


Kuva 15. Oman 3D-symbolin luominen

3.7 Johtotiet

Avattessa johtotien piirtotoiminnot, aukeaa Asetukset-valikko, jossa voidaan määrittää käytettävä johtotietyyppi. Vaihtoehtoina ovat hylly, kosketinkisko, johtokanava, virtakisko, ripustuskisko, putki tai jonkin muu. Koko- ja sijoitustiedoilla määritetään leveys, korkeus ja sijoituskorko. Geometria-kohdassa

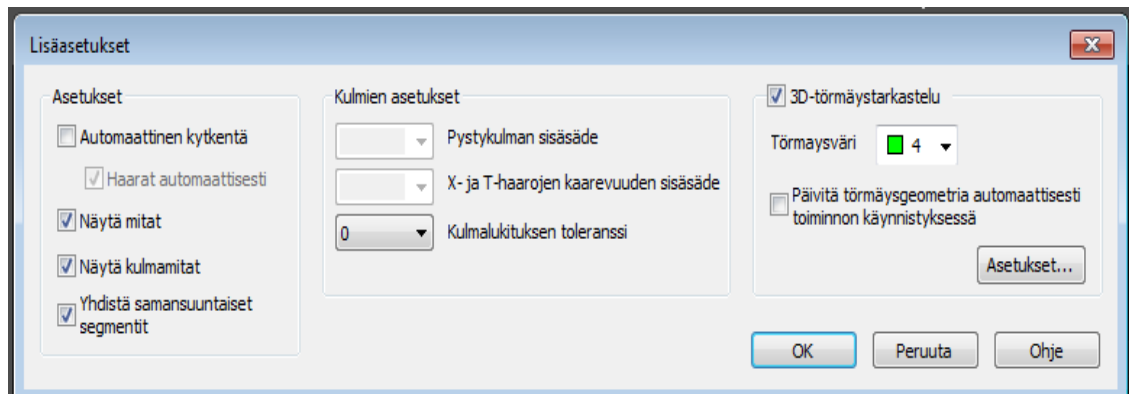
valitaan joko 2D, 3D tai 2D/3D piirtolinja. Piirtolinjan geometria vaikuttavat siihen miten johtotie piirtyy reaaliaikaisesti piirretttäessä tasokuvalle. (Kuva16.) (CADS 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 16. Johtotien piirtoasetukset

Piirtotieasetuksista löytyy kohta lisäasetukset, josta voidaan määrittää mm. reaaliaikaisen törmäystarkastelun asetukset (Kuva17). Törmäystarkastelu asetuksista voidaan määrittää törmäyksen väri, joka on kuvassa 17 valittu vihreäksi. Asetukset kohdasta saadaan lisää törmäystarkasteluasetuksia, kuten toleranssi ja mitkä viitekuvat huomioidaan tarkastelussa. Tarkasteltavat elementit kohdassa

on valmiina määritetty attribuutteja jotka vastaavat 3D-elementtejä. Tarkasteltaviin elementteihin voidaan myös lisätä attribuutteja ja määrittää niille arvo. (CADS 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 17. Johtotien lisäasetusten määrittäminen

3.8 3D-generointi ja vastaavuustoiminto

3D-Alasvetovalikossa on 3D-osien generointi kuvaan -valikko, josta saadaan generoitua 2D-symbolia vastaava 3D-symboli kuvaan. Toiminto poistaa aina kuvassa mahdollisesti jo olevat 3D-elementit, minkä jälkeen kaikki 3D-elementit generoidaan uudestaan kuvaan. 3D-elementtien taso, väri ja viivatyyppi määritellään asetustiedostossa. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

Generoitavat vaihtoedot ovat sähköpisteet (mm. pistorasiat), valaisimet, keskukset, lämmityspatterit, kattolämmityselementit, kaapelihyllyt, valaisinripustuskiikot, kosketin- ja virtakiskot, johtokanavat, putket, reikävaraukset, kaapelit ja putkitukset. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3D-symbolit generoidaan 2D-symbolin sijoituspisteeseen ja sijoituskorkoon. Sähköpisteiden 3D-vastaavuudet voidaan määrittää 2D-symbolille, joko sähköpisteen kautta (pro) tai 3D-vastaavuus -toiminnolla. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3D-vastaavuus -toiminnossa käynnistä toiminto työkalurivin painikkeella ja valitaan muokattavat symbolit. Toiminto voidaan käynnistää myös valitsemalla oike-

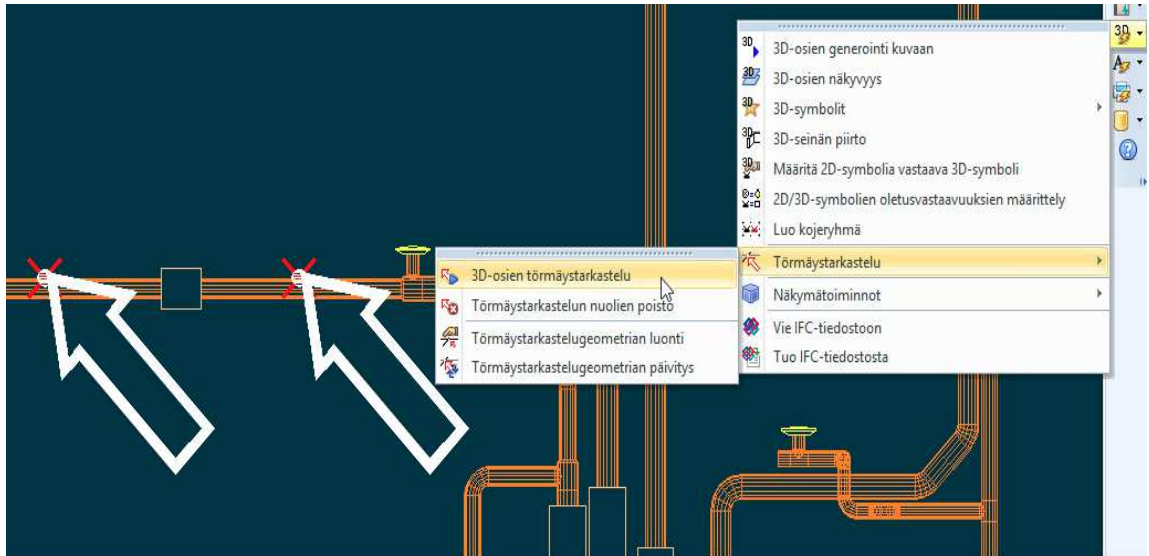
alla hiiren painikkeella esiin tulevasta valikosta symbolin 3D-vastaavuus. Jos valitaan useita symboleita, niiden on oltava samoja. 2D-symbolia vastaava 3D-symboli -valikosta, kuvasta tai tiedostosta painamalla vastaavaa painiketta. Oletusvastaavuus voidaan palauttaa painamalla Palauta oletus. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

Jos haluaan, että valittua 3D-symbolia käytetään aina jatkossa kuvaamaan 2D-symbolia, valitse kohta aseta oletukseksi. Vastaavuus lisätään asetustiedostoon (so3dsymbol.ini) ja muussa tapauksessa vastaavuus merkitään kyseisen 2D-symbolin attribuuttiin (\$3DSYMBOL\$). Tieto voidaan myös liittää kaikkiin kuvan symboleihin valitsemalla kohta aseta kaikille kuvan vastaaville 2D-symboleille. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3D:n näkyvyystoiminnolla voidaan valita mitkä järjestelmän 3D-tasot halutaan saada näkymään tai piilotettua. Oletuksena dialogi näyttää kuvan generoidut järjestelmät. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3.9 Törmäystarkastelu CADS17 -ohjelmalla

Reaaliaikainen törmäystarkastelu toimii ainoastaan johtoteiden piirtämisessä. Törmäystarkastelun voidaan tehdä CADS17-ohjelmalla tai erillisellä ohjelmistolla. Talotekniikan törmäystarkastelu voidaan suorittaa kahdella eri tavalla CADS17-ohjelmistolla, joko tuomalla muiden talotekniset IFC-mallit omaan kuvaan tai lisäämällä viitekuvaksi esim. LVI-suunnitelman IV-kuva. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

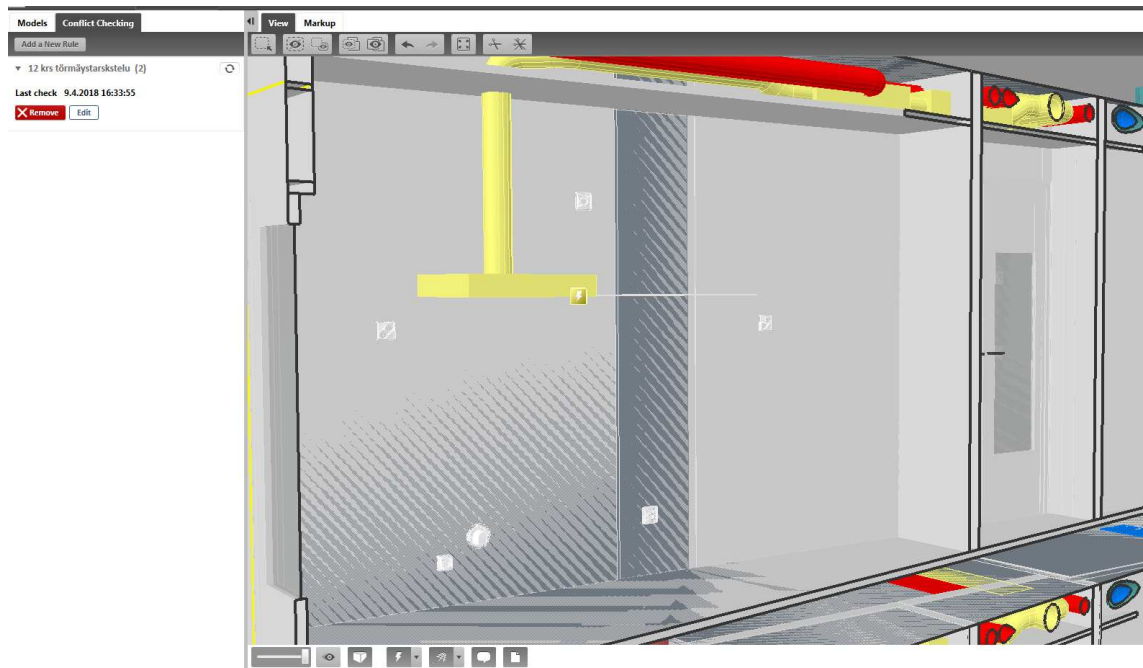


Kuva 18. 3D-Osien törmäystarkastelu

Törmäystarkastelu suoritetaan valikosta 3D-osien törmäystarkastelu, jolloin ohjelma suorittaa tarkastelun. Eri järjestelmien yhteentörmäyskohdat ohjelma näyttää nuolilla kuvan 18 mukaan. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3.10 Törmäystarkastelu Tekla BIMsight -ohjelmalla

Talotekniikan yhteentörmäyksiä voidaan tarkastella myös muilla ohjelmilla kuin CADS -ohjelmistolla. Tässä opinnäytetyössä sähkötekniikan IFC-malli luotiin CADS17-ohjelmalla ja kokeiltiin myös Tekla BIMsight -ohjelmaa törmäystarkastelussa. (Tekla BIMsight 2018.)



Kuva 19. 3D-Osien törmäystarkastelu Tekla BIMsight- ohjelmalla

Ohjelmaan tuodaan ne halutut IFC-mallit, jotka halutaan törmäystarkastella tai muuten vain visuaalisesti tarkastella. IFC-mallit lisätään kohdasta Add Files. Kuvan laidasta voidaan määrittää eri mallien värit sekä tarvittaessa osa malleista voidaan sammuttaa. IFC-Mallia voidaan kiertää ja zoomata hiiren painikkeella ja rullalla. Ohjelmassa on sakset, joilla voidaan tehdä leikkauksia kuvan rakenteeseen kuten kuvassa 19. Markup valikosta löytyy mittaustyökalu, piirto sekä kommentointi valikot. Törmäystarkastelu suoritetaan Conflict Checking valikon kautta. Valittaessa valikko Add New Rule, avautuu ikkuna missä annetaan tarkastelulle nimi ja määritetään, mitkä mallit otetaan mukaan tarkasteluun. Lisäksi samasta ikkunasta määritetään tarkastelun minimietäisyys ja päällekkäisyys. (Tekla BIMsight 2018.)

3.11 IFC-mallin luominen

IFC-malli luodaan valikosta IFC vienti -valikon kautta. Toiminnolla viedään tuotemallitiedot sähköpiirustuksesta IFC 2x3 (Industry Foundation Classes) määrittämisen mukaiseen tiedostoon. Tiedostoon viedään ne osat, joille on generoitu 3D-grafiikkaa. Tiedostoon viedään 3D-osat, jotka on luotu Electric Pro Tasopiirustuk-

sien 3D-generoitnitoiminnolla. Electric Pro Tasopiirustukset vie sähköpiirustuksesta IFC-tiedostoon asiat, jotka ovat erikseen valittu. Tästä esimerkki kuvassa 21. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

IFC-viennillä voidaan viedä valittujen rakennusten ja valittujen kerrosten 3D-osat yhteen IFC-tiedostoon. Generoidut 3D-osat viedään kerrosasetuksissa olevien kerroskorkeuksien ja symbolilla olevan korkotiedon mukaan oikeaan absoluuttiseen korkoon. Vienti tehdään kerrosmäärittelyjen perusteella valitsemalla vietävä rakennus sekä kerros. Voidaan valita myös kaikki rakennukset ja kaikki kerrokset tai näiden yhdistelmä. Jos kerrosmäärittelyä ei ole tehty, voidaan avoinna oleva kuva viedä dialogissa syötettyyn korkoon sekä määrittää muut IFC-tiedostoon vietävät tiedot. Avoinna oleva kuva voidaan viedä automaattisesti absoluuttiseen korkoon kerrosmäärittelyiden kautta. Tällä asetuksella saadaan helposti vain halutusta kerroksesta IFC-tiedosto. Mikäli kerrosmäärittelyitä ei ole, voidaan avoinna oleva kuva viedä tässä dialogissa syötettyyn korkoon ja syöttää muita IFC-tiedostoon vietäviä tietoja. Niillä tiedoilla voidaan kertoa IFC-tiedostolle rakennuspaikan sijaintiin liittyviä koordinaatit. Jos koordinaatteja ei ole projektissa sovittu, voidaan käyttää arvoina nollaa. Rakennuspaikan nimi voidaan syöttää dialogissa, vietäväksi IFC-tiedostoon. Oletusarvo nimelle saadaan projektin kohdetiedoista. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

Kaikille IFC-tiedostoon vietäville elementeille tulee tieto niiden sijainnista suhteessa kerroksen nollapisteeseen, jonka mukaan eri kerrokset voidaan kohdistaa toisiinsa. Lisäksi tiedostoon menee tieto mistä kerroksesta on kyse, sekä kerroskorkeus. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

Kuva 21. IFC Vienti asetusten määrittäminen

Valitsemalla asetusryhmä, voidaan IFC-vientiin ottaa mukaan ainoastaan haluttujen järjestelmien mukaiset symbolit. IFC-versioita on kaksi: IFC 2x3 ja IFC 2x3 cv2.0. Versiossa IFC 2x3 on mukana tilojen väliset yhteydet, joita tarvitaan energialaskennassa. Valittaessa suorita 3D-generointi ennen IFC-tiedoston luontia kohdassa, toiminto suorittaa normaalin 3D-generoinnin ennen IFC-tiedoston vientiä. Jos 3D-generointi on jo tehty, valinta voidaan poistaa. Poista toiminnon generoimat 3D-elementit IFC-tiedoston kirjoituksen valmistuttua kohdassa, jossa kuvaan generoidut 3D-elementit poistetaan IFC-tiedoston luonnin jälkeen. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

3.12 IFC-Reikäkierto

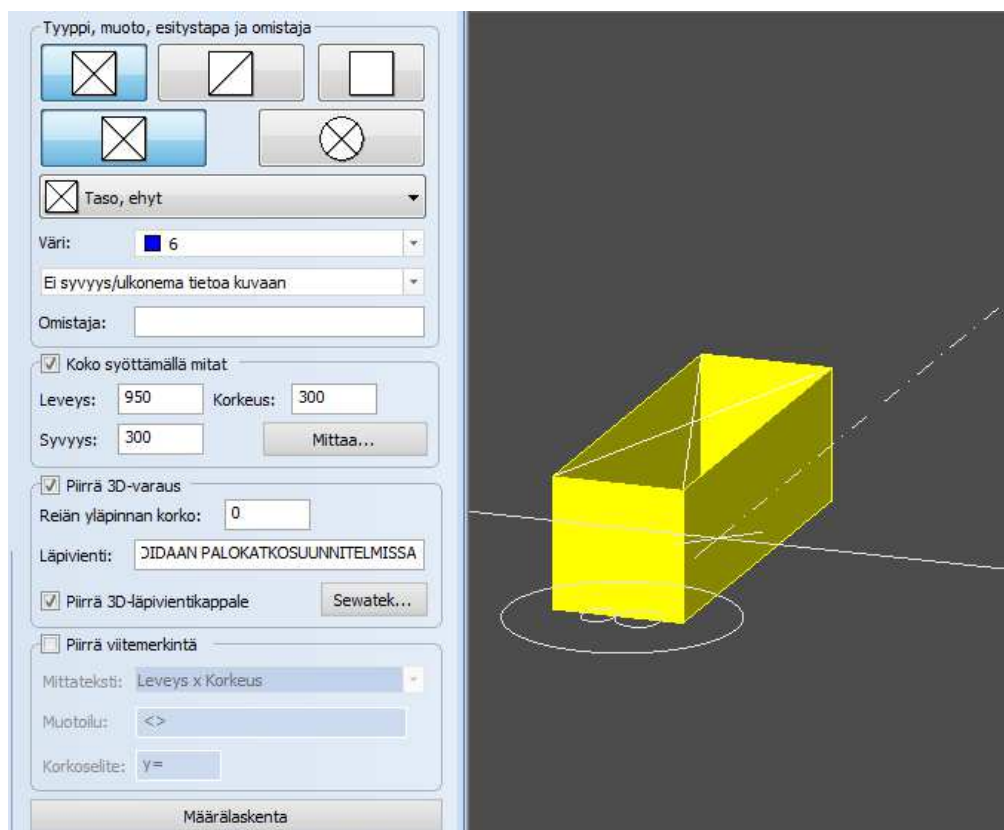
Reikäkierroksen laittaa liikkeelle kohteen rakennesuunnittelija ja siinä merkataan tarvittavat reiät lattioihin ja seiniin. Tyypillisiä sähkön reikävarauksia ovat kerrostalossa kaapelihyllyjen, maakaapeleiden nousut sähkökeskuksille sekä huoneistojen läpiviennit. (Henttinen 2012b, 15-16.)

Reikäkierron toimintaperiaate:

1. Sähkö- ja LVI-suunnittelija luo tarvitsemansa reiät omaan malliinsa.
2. LVI- ja sähkösuunnittelijat lähettävät reikävarausten IFC:n rakennesuunnittelijalle.
3. Rakennesuunnittelija hyväksyy tai hylkää reikävaraukset.
4. Tiedot reikävarauksien statuksesta palautetaan taloteknisille suunnittelijoille.
5. Suunnittelijat aloittavat uuden kierroksen ja muokkaavat tarvittaessa reikiä.

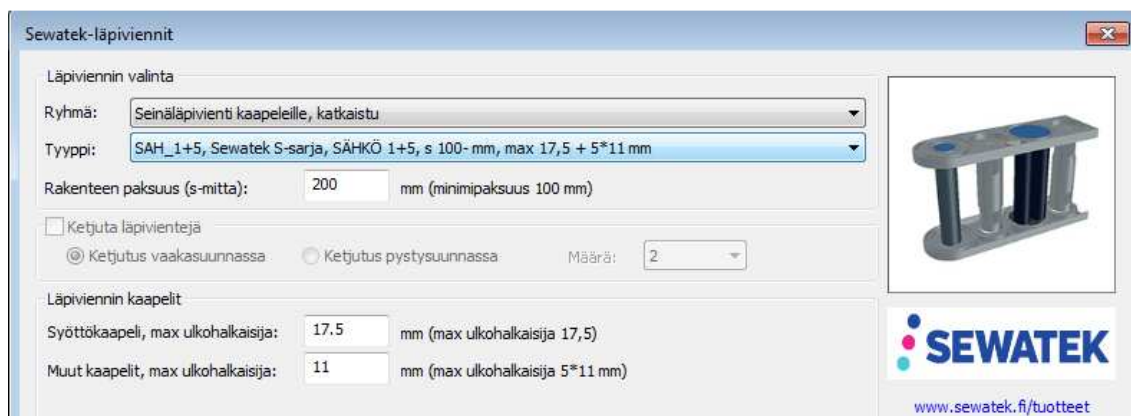
(Henttinen 2012b, 15-16.)

Reikävaraukset piirretään CADS-ohjelmalla tasokuvaan, jossa sille on oma valikko toiminnot valikossa. Esimerkiksi kuvassa 22, jossa on määritetty lattian reikävaraus. Reikävarauksen leveys 950 mm, korkeus 300 mm, ja syvyys 300 mm. (CADS 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 22. Esimerkki lattiaan tulevasta reikävarauksesta

Samasta valikosta voidaan tehdä myös seinään tulevat reikävaraukset. Ohjelmassa on myös valmiita 3D-malleja paloseinien läpiviennissä käytettävistä Sewatek-tuotteista, jotka on tarkoitettu erityisesti kerrostalokohteisiin. Alla esimerkki huoneiston läpiviennistä, josta voidaan viedä 1+ 5 kaapelia. Palokatkoläpiviennit asennetaan elementtitehtaalla, jolloin palokatojen tekeminen työmaalla vähenee. (CADS 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 23. Esimerkki paloseinän läpiviennistä Sewatek -tuotteella

Kun kaikki reiät ovat merkattu tasokuvaan muodostetaan rei'istä IFC-malli kerroksittain. IFC-mallin generoinnissa valitaan vietäviksi osiksi reikävaraukset, jolloin kuvan muut osat eivät tule kuvaan, kuten keskukset ja kaapelihyllyt. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

Kuva 24. Reikävarausten generointi IFC-tiedostoon

IFC-tiedosto lähetetään rakennesuunnittelijalle, joka tekee tarkastelun kaikille taloteknisille reikävarauksille. Rakennesuunnittelija hyväksyy tai hylkää varaukset. Tässä projektissa rakennesuunnittelijalla oli käytössä Teklan *Hole Reservation Manager*-ohjelmisto. Rakennesuunnittelijan kommentit tulevat taloteknisille suunnittelijoille .xsr tiedostopäätteellä olevalla tiedostolla. Tiedosto on käytännössä tekstitiedosto, jonka saa auki muuttamalla tiedoston perässä oleva päätte .txt tiedostoksi esimerkiksi Windows resurssienhallinnassa. Tiedosto sisältää mm. tiedon kommentista ja GUIDista. (CADS 17 Electric Pro 2017.)

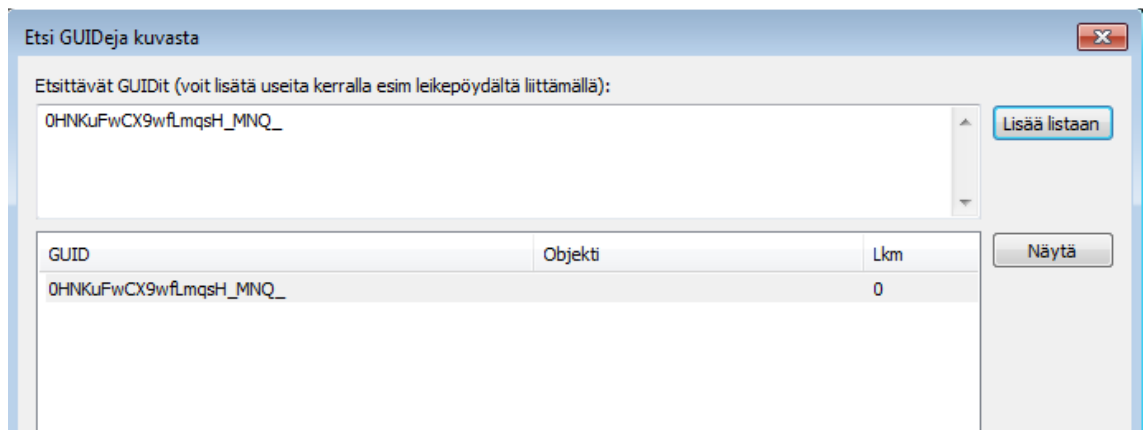
```

GUID; INFORMATION TYPE; COMMENT;
0HNKuFwCX9wflmqsh_MNQ_ ; ; "8 V-elem siirto alas 50 mm, samaan linjaan LVIn kanssa";
0UqD06cNF3Uqc5XInZv8WY ; ; "K vieressä LVI, yr 60";
0x19Y3z9n7LB6G7HLpLCwf ; ; "B V-elem siirto alas 50 mm, samaan linjaan LVIn kanssa";
1beTLxMHX9Qwo8oyRdtu3H ; ; "K, siirto, törmää LVI:n reikään";
2hsFyaapn2TPmdMkJvgAVS ; ; "Prh A, kerroistasolaatta, 2krsn katto piirustukseen";
3BDNb$U1v60eeV1UE6GBFV ; ; "Prh B, kerroistasolaatta, EIR, 2krsn katto piirustukseen";
3K3ybko0r8YACNGEOYJdqH ; ; "E V-elem, Siirto alas väh.50 mm,vieressä LVI";
3VQ_7E1sf3pu3EXS88gd2$ ; ; "3 V-elem, vieressä LVI";
3bUMRwKDj9Ivdb$bUmt7C8 ; ; "12 V-elem";
33NCBFOPFfjPhw5FoDohx9 ; ; "K V-elem, vieressä LVI,yr60";

```

Kuva 25. Tietoja reikäkierron tekstitiedostosta.

Tasokuvassa on useita kommentoituja reikiä ja on tärkeää löytää juuri oikea kommentti oikealle reikävaraukselle. Tiedostossa näkyvät GUIDit ovat osoite reikäkommentille. CADs-ohjelmassa kirjoitetaan komento ikkunaan etsi-guidit, jolloin avautuu ikkuna, jolla etsitään QUIDeja kuvasta. Tämä toiminto ei ole löydettävissä valikoista vaan sitä voidaan käyttää ainoastaan komentorivillä. (CADs 17 Electric Pro 2017.)



Kuva 26. QUIDien etsintä työkalu

Etsi QUIDeja kuvasta ikkunassa ylimmäiseen osaan lisätään QUIDit, jolloin alapuolella näkyvässä kentässä voidaan nähdä reikävarauksen lukumäärä. Näytä-painikkeesta ohjelma siirtyy tasokuvassa valitun QUIDin/reikävarauksen kohdalle, jolloin oikea reikävaraus löytyy. (CADs 17 Electric Pro 2017.)

4 POHDINTA

Tietomallinnus talotekniikan suunnittelussa on yleistynyt paljon ja yhä useammat kohteet mallinnetaan ainakin osittain. Mallinnukseen menee jonkin verran enemmän suunnittelu-aikaa, mutta suunnitelmista saadaan yhteensopivampia verrattuna perinteisellä tavalla tehtyyn 2D-suunnitteluun. Talotekniset reitit ovat helpompia suunnitella, kun otetaan halutulta kohdalta leikkauskuva rakennesuunnitelmasta. Ontelolaatan suunnat pystytään katsomaan ja nähdään mistä väleistä kaapelit ovat putkitettavissa. Erityisesti porrashuoneiden valaisimien korkeuden määrittämien elementtiin on joskus haastava perinteisellä tavalla. Mallintamalla pystytään siirtämään sähköpisteet IFC-malliin ja tarkistamaan korkeudet ennen elementteihin piirrettäviä sähkövarauksia.

Tällä hetkellä tietomallinnus on rakennusalalla arvostettua. Tulevaisuus näyttää siltä, että tietomallinnus on jäämässä pysyvästi alalle. Kehitys on ollut nopeaa ja uudet teknologiat, kuten virtuaalilasit voivat tuoda suunnitteluun uutta tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Henttinen, T. 2012a. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1. Viitattu 5.4.2018. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

Henttinen, T. 2012b. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 5. Viitattu 5.4.2018. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_5_rak.pdf

Insinööritoimisto KTS Oy 2018. Viitattu 5.4.2018. <http://ktsahko.fi/>

Kymdata Oy 2017. CADS 17 Electric Pro -ohjelmisto 2017. Käyttöohjeet. Viitattu 5.4.2018

Kymdata Oy 2018. Kymdata Oy. Viitattu 5.4.2018. <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-electric/talotekninen-sahkosuunnittelu>

Standardit 2018. Tietomallintamisen yhteistyöfoorumi. BuildingSmart Finland. Viitattu 5.4.2018. <https://buildingsmart.fi/standardit/>

Trimble 2018. Tekla BIMsight. Viitattu 5.4.2018. <https://www.tekla.com/fi/tuotteet/tekla-bimsight>

LIITTEET

Liite 1. Tekla BIMsight, IFC-mallin leikkauskuva

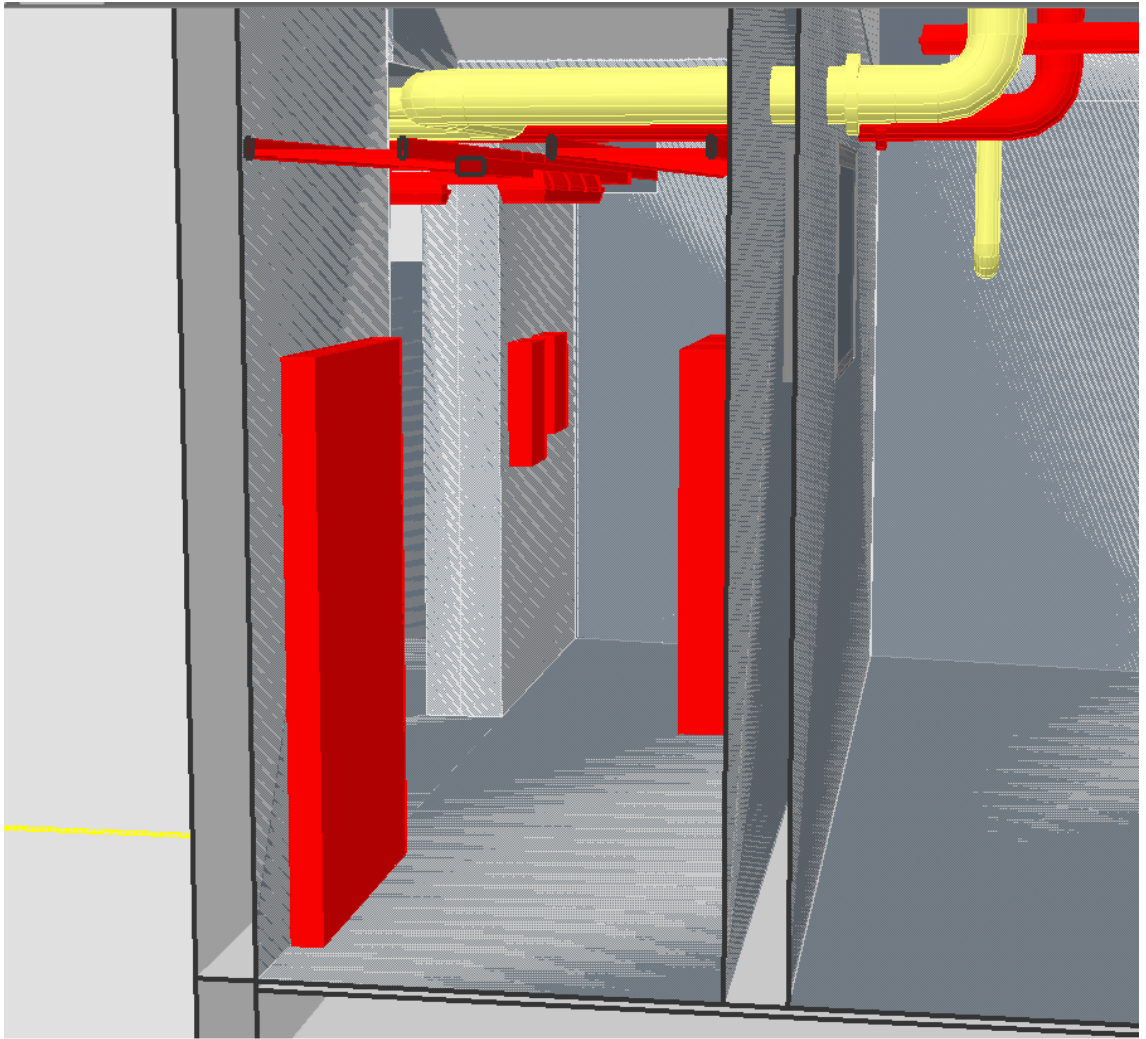
Liite 2. Tekla BIMsight, IFC-mallin leikkauskuva SPK-tilasta

Liite 3. Tekla BIMsight, IFC-mallin rakennekuvan leikkauskuva

Liite 1. Tekla BIMsight, IFC-mallin leikkauskuva



Liite 2. Tekla BIMsight, IFC-mallin leikkauskuva SPK-tilasta



Liite 3. Tekla BIMsight, IFC-mallin rakennekuvan leikkauskuva

