

Oskari Nurmi

Sähkösuunnitelman tietomallinnus

Sähkö- ja automaatiotekniikka koulutusohjelma

2019

SÄHKÖSUUNNITELMAN TIETOMALLINNUS

Nurmi, Oskari
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2019
Sivumäärä: 29
Liitteitä: 0

Asiasanat: sähkösuunnittelu, tietomallinnus, suunnitteluohjeet

Tämän opinnäytetyön aiheena oli laatia ohje sähkösuunnitelmien tietomallinnukseen sähkösuunnittelijoille työn tukemiseksi. Tarkoituksena oli tutkia itse tietomallin keskeisimpiä asioita, sekä kerätä tietoa mallintamisesta osallistumalla tietomallipohjaisten projektien suunnittelutyöhön. Tavoitteeksi asetettu suunnitteluohje saatiin kasaan seuraamalla projektien kulkua, sekä tutkimalla ja soveltamalla suunnitteluohjelmistojen eri ominaisuuksia.

3D MODELING OF AN ELECTRICAL DESIGN

Nurmi, Oskari

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

November 2019

Number of pages: 29

Appendices: 0

Keywords: electrical designing, data modeling, instructions

The purpose of this thesis was to form a manual for data modeling from electrical designs. The purpose was to research what the actual data modeling means and gather information by participating different projects where data modeling required. The goal to make a manual was reached by observing the projects and adapting different methods and features of the designing programs.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TIETOMALLINTAMINEN	6
2.1	Rakennuksen tietomalli.....	6
2.2	Yleiset tietomallivaatimukset 2012.....	7
2.3	Talotekniikan vaatimusmallit.....	7
2.4	IFC	9
2.5	Tietomallipohjainen projekti.....	10
2.5.1	Tietomallikoordinaattori.....	10
2.5.2	Tiedostojen nimeäminen	10
2.5.3	Tietomalliselostus.....	10
3	CADS	12
3.1	Rakennuksen sijoitus CADs:issä.....	12
3.2	CADS elementit	12
3.2.1	Keskukset ja ATK-Jakamot.....	13
3.2.2	Reikävaraukset	15
3.2.3	Sähköpisteet	15
3.2.4	Valaisimet	18
3.2.5	Kaapelireitit	19
4	SOLIBRI	21
4.1	Käyttöympäristö.....	21
4.1.1	Tiedosto	21
4.1.2	Malli	22
4.1.3	Tarkastus	23
4.1.4	Kommunikointi.....	23
4.1.5	Informaation talteenotto	23
4.2	Mallin visualisointi	23
4.2.1	Mallissa liikkuminen	24
4.2.2	Visualisoinnin työkalut.....	25
5	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Taloteknisellä alalla sähkökuvia on tehty ja käytetty jo vuosia. Ennen vanhaan suunnittelija piirsi ne käsin voipaperille käyttäen viivoitinta ja eri kokoisia tusseja. Kuvat toimitettiin urakoitsijalle, joista laskettiin työlle hinta, ja työt tehtiin näiden kuvien pohjalta. Tekniikan kehittyessä ovat kuvat siirtyneet sähköiseen muotoon, ja sen myötä ovat mahdollista mallintaa myös digitaalisiksi tietomalleiksi. Tietomallien käyttö ja kehitys kasvaa jatkuvasti, ja ovat jo käytössä monissa projekteissa.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia tietomallinnettavien projektien kulkua, ja tehdä sen pohjalta sähkösuunnittelutyöhön tarkoitettu ohjeistus. Tavoitteena on koota suunnitteluohje, jota voidaan käyttää talotekniikan sähkösuunnittelutöissä. Ohje tehdään Sitowise Oy:n toimeksiannosta, ja on rajattu organisaation käyttötarpeiden mukaan.

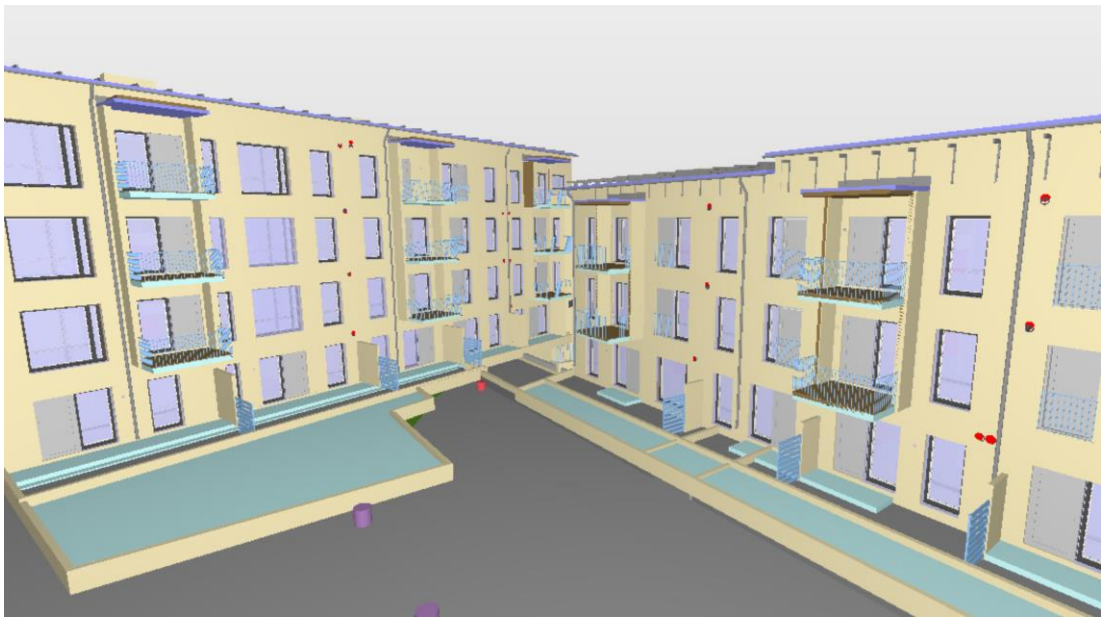
Sitowise on rakennuttamisen suunnittelu- ja konsultointiyritys. Yhtiö fuusioitui vuonna 2018 kahdesta suomalaisesta ja yrityksestä ja on kasvanut senkin jälkeen yritystösostoin ja on Suomen suurin suomalaisomisteinen konsultointia tarjoava yritys vuonna 2019. (Sitowise www-sivut 2019.)

Suunnitteluohje soveltuu CADS Planner, sekä Solibri ohjelmistoille. CADS on Kymdatan kehittämä suunnitteluohjelmisto eri suunnittelualoille. Kymdata on perustettu vuonna 1979 ja on kehittänyt toimialakohtaisia CAD-ohjelmistoja yli 30 vuotta. (Kymdata. www-sivut 2019.) Solibri on vuonna 1996 perustettu markkinoiden johtava tietomallien tarkasteluohjelmistojen tuottaja. (Kauppalehti www-sivut 2019.)

2 TIETOMALLINTAMINEN

2.1 Rakennuksen tietomalli

Tietomallilla tarkoitetaan rakennuksen ja sen prosessin elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuutta digitaalisessa muodossa. Tietomallia voidaan käyttää tietojen yhteiskäyttöön, laadunvarmistukseen, muutoksien hallintaan, määrälaskentaan, erilaisiin simulaatioihin, itse toteutukseen sekä hyödyntää kolmiulotteista todellisuutta vastaavaa visualisointia. Tietomalli kootaan eri suunnittelualojen suunnitelmista yhdeksi kokonaisuudeksi, jota voidaan tarkastella ja havainnoida 3D muodossa. Mallin avulla voidaan hallita rakennuksen suunnittelu ja toteutusvaihetta määrittämällä ja esittämällä sen geometriset seikat sekä tarvikemäärät havainnollisuuden parantamiseksi. Tietomallin laatu ja taso määräytyy tilaajan määrittelemien tarpeiden mukaan, ja suunnittelijat mallintavat kohteen eri ohjelmistojen avulla kokonaiseksi tietomalliksi. Kuvassa 1 kuvankaappaus rakennuksen tietomallista.



Kuva 1. Esimerkki rakennuksen tietomallin näkymästä (Solibri Anywhere 2019)

2.2 Yleiset tietomallivaatimukset 2012

Tietomallinnettavissa projekteissa tilaaja voi ja on oikeutettu vaatimaan YTV 2012 noudattamista. Vuosina 2011-2012 pidettiin COBIM-hanke, jossa senaattikiinteistöjen vuonna 2007 julkaistujen tietomallivaatimusten päivitys toteutettiin. Hanke koostui useista eri suunnittelualoille kohdennetuista osista, ja rakennushankkeiden kaikkien vaiheiden osapuolilla oli tarkoitus määritellä yhteiset säännöt mallinnukselle ja miten tietomallit toteutetaan. YTV 2012 koostuu 14 julkaisusta, jotka ovat jaettu omiin kappaleisiin Sähkösuunnittelua eniten koskeva luku on YTV 2012 osa 4 ”Talotekninen suunnittelu”. Alla listattuna kaikki YTV 2012 kappaleet: (YTV 2012.)

- Osa 1, Yleinen osuus
- Osa 2, Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3, Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4, Talotekninen suunnittelu
- Osa 5, Rakennesuunnittelu
- Osa 6, Laadunvarmistus
- Osa 7, Määrälaskenta
- Osa 8, Havainnollistaminen
- Osa 9, Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
- Osa 10, Energia-analyysit
- Osa 11, Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Osa 12, Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
- Osa 13, Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
- Osa 14, Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

2.3 Talotekniikan vaatimusmallit

Talotekniikan vaatimusmallit jakautuvat kahteen tasoon. Tilaaja voi esittää suunnittelutarjouspyynnössä suunnittelijalta edellytettävän vaatimusten määrittelyn ja ylläpidon. Palvelujohtaja S. Suomisen mukaan (henkilökohtainen tiedonanto 18.11.2019) kuitenkin useassa tähänastisessa tarjouspyynnössä on havaittu, että tilaajat eivät välttämättä ole tiedäneet mitä mallinnuksen tasolta voi tai kuuluu vaatia. Vaatimusmallia

tulee kuitenkin ylläpitää läpi koko suunnitteluprosessin. Suunnitteluvaiheiden loppuvaiheessa käydään läpi, täyttävätkö suunnitelmat tilaajan asettamat tavoitearvot. Alla listattuna Yleisten Tietomallivaatimusten vaatimukset: (YTV 2012 Osa 4.)

Taso 1, Dokumenttipohjainen vaatimusmalli:

Dokumenttipohjainen vaatimusmalli on minimivaatimus. Vaatimusmallin menetelmänä käytetään valittua dokumenttia, johon kirjataan ylös tilatyypit sekä niille kohdistettavat vaatimukset. Dokumenttipohjaisena vaatimusmallia pystytään analysoimaan, mutta vaatimustietojen siirtäminen tapahtuu aina manuaalisesti. (YTV 2012, Osa 4.)

Taso 2, Tietomallipohjainen vaatimusmalli:

Talotekniikan vaatimukset julkaistaan omana erillisenä IFC-mallina ja liitetään osana huoneobjekteihin tietomalliin. Tällä toteutustavalla vaatimustiedot siirtyvät eteenpäin tietomallissa ja mahdollistaa tavoitteenmukaisuuden jatkuvan seurannan. (YTV 2012, Osa 4.)

Tilaaaja voi määrittellä mitkä komponentit sähkösuunnitelmissa mallinnetaan. Mallinnuksen tasolle on asetettu kuitenkin perusvaatimukset sekä yleis- että toteutussuunnittelulle, joiden tulee vähintään täytyä. Alla listaus perustason, mallinnettavista komponenteista yleis-, sekä toteutussuunnittelussa: (YTV 2012, Osa 4.)

Yleissuunnittelu:

- Muuntajat
- Kojeistot
- Pääkeskukset
- Kompensointiparistot
- Akustot
- Jakokeskukset
 - o Geometrian tarkkuustaso pääjakelun osalta
- Ristikytkentäkaapit
- Telejärjestelmien keskuslaitteet
- Turvajärjestelmien keskuslaitteet
- Kaapelihyllyt ja ripustuskiskot
 - o Geometrian tarkkuustaso pääreittien osalta

- Johtokourut
 - o Geometrian tarkkuustaso pääreittien osalta
- Lattiakanavat ja -rasiat
 - o Geometrian tarkkuustaso pääreittien osalta
- Valaisimet
 - o Geometrian tarkkuustaso tilaajan määrittämässä mallihuoneissa
- Rakennusautomaatiokeskukset

Toteutussuunnittelu yllä mainittujen lisäksi:

- Virtakiskotot
- Pystynousut
- Kaikki valaisimet
- Poistumistievalaisimet
- Vara- ja turvavalaisimet
- Kaiuttimet
- Sähköurakan ulkopuoliset laitteet, kuten esim. oviohjauskeskukset

2.4 IFC

IFC (Industry Foundation Classes) on XML-pohjainen tiedostomuoto, joka mahdollistaa tiedonsiirron suunnitteluohjelmistojen välillä ja edesauttaa suunnittelijoiden välistä kommunikointia. IFC:n kehittäjänä toimi International Alliance for Interoperability, joka nykyään tunnetaan nimellä BuildingSMART. (M.A.D. www-sivut, 2019.) IFC:n ja tietomallinnuksen liittäminen rakennuttamiseen on yksi alan suurimpia edistysaskeleita.

Tällä hetkellä hankkeissa sallitaan vähintään vuonna 2007 julkaistun IFC2x3 sertifioidujen suunnitteluohjelmien käyttö, mutta jotkut tilaajat voivat vaatia erityisvaatimuksia. (YTV 2012, Osa 1.) IFC2x3:sta on myös julkaistu uudempi versio IFC4.

2.5 Tietomallipohjainen projekti

Tietomallipohjaisessa projektissa jokainen suunnitteluala työstää omaa tietomalliaan ja täyttää tilaajan asettamat vaatimukset. Suunnittelijat julkaisevat tietomallin, sekä tietomalliselostuksen aina yhteisesti sovittuina päivinä. Projektiin nimetty tietomallikoordinaattori vie tietomallit yhdistelmämalliin tarkastelua varten, ja yleensä järjestää tietomallipalaverit, joissa käydään läpi suunnitelmien tilanne.

2.5.1 Tietomallikoordinaattori

Tietomallinnettavan kohteen alussa tulee valita kohteelle tietomallikoordinaattori. (YTV 2012 Osa 1.) Koordinaattorin tehtäviin kuuluu tietomallintamisen organisoinnin ja aikataulun suunnittelu, aloituskokouksen järjestäminen, yhdistelmämallin ylläpito sekä sen tarkastelu ja päivitys, toimia tietomallien yhteensovituskokousten vetäjänä sekä osallistua tarpeellisiin kokouksiin ja havainnollistaa suunnitteluongelmia tietomallin avulla. (Tietomalliohje suunnittelijoille 2016.)

2.5.2 Tiedostojen nimeäminen

Tiedostojen nimeämisessä noudatetaan tilaajan CAD-ohjetta sekä kaikki malliversiot, jotka julkaistaan ovat arkistoitava yhteisellä sovitulla tavalla. (YTV 2012 Osa 1.) IFC-tiedostot on hyvä nimetä eri suunnittelualojen mukaan niin, että vähintään kohde ja suunnitteluala käy ilmi tiedostonimestä (*esim. Rakennus_SÄH.ifc tai Rakennus_LVI.ifc*).

2.5.3 Tietomalliselostus

Mallinnuksen yhteydessä käytetään dokumenttipohjaista tietomalliselostusta. Jokainen suunnitteluala täyttää ja ylläpitää selostusta, johon kerrotaan mitä on mallinnettu, millä geometriatarkkuudella sekä tietosisällöllä. Selostuksen ylläpito mahdollistaa, että projektin osapuolet pystyvät tulkitsemaan projektin valmiusastetta, järjestelmien

ja rakennusosien nimeämiskäytäntöjä sekä mallin yleistä rakennetta. (YTV 2012 Osa 4.)

Tietomalliselostuksesta tulisi ainakin esiintyä alla listatut asiat: (YTV 2012 Osa 1.)

- Tietomalliselostus
 - Suunnittelukohde
 - Suunnitteluvaihe
 - Yritys
 - Yhteyshenkilö
 - Yhteyshenkilön yhteystiedot
 - Kohteen vastuullinen suunnittelija
 - Kohteen projektipäällikkö
 - Käytettävät ohjelmistot
 - Tiedostojen nimet

- Yleiskuvaus mallinnusperiaatteista
 - Nimikkeistöt/käytettävät kuvatasot
 - Mallinnuksen mittayksikkö
 - Origo (x,y,z)
 - Kerrosten absoluuttinen korkeasema
 - IFC-tiedostojen tekotapa
 - Mallin tarkkuus
 - Mahdolliset poikkeukset tarkkuustasosta
 - Mallin tietosisältö
 - Mahdolliset poikkeukset tietosisällöstä
 - Alueet, jotka eivät ole törmäystarkastuskelpoisia

3 CADS

CADS:ssä tehdyistä piirustuksista voidaan generoida symboleiden 3D-vastaavuudet kolmiulotteiseen muotoon, ja viedä tietomalliin IFC-tiedonsiirtomuodossa, joka mahdollistaa elementtien tuonnin ja tarkastelun virtuaalimallissa eri tietomallien tarkasteluohjelmistoissa. Mallinnettavat suunnitelmat tehdään CADS Electric sovelluksella, ja CADS:n 3D-ominaisuudet löytyvät ainoastaan Pro versiosta. (CADS Electric ominaisuudet 2019.)

3.1 Rakennuksen sijoitus CADS:issä

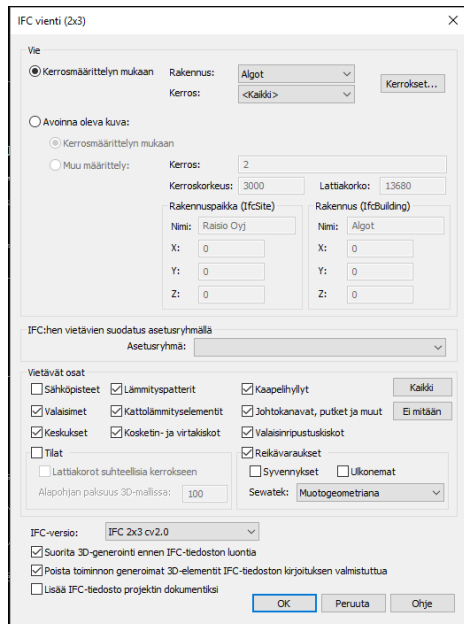
Tietomallinnettavassa kohteessa tasoja suunnitellessa on huomioitava rakennuksen geometriset seikat. Joka suunnittelualan tulee käyttää origona yhteisesti sovittua ja tietomallikoordinaattorin hyväksymää origopistettä. Näin varmistetaan, että kaikki komponentit joka suunnittelualalta löytyy oikeasta paikasta tietomallin tarkastelussa, Myös rakennuksen kerroskorkeudet on määritettävä. CADS kerrostoiminnon avulla voidaan määrittää kunkin kerroksen huonekorkeus ja kerroksen absoluuttinen korko (*Tasopiirustukset -> Kuvien käsittely ->Kerrostoiminnot -> Kerrosasetukset*)

Yhtenä tapana varmistaa, että joka suunnittelualan tietomalli on oikein koordinaatioon nähden, on mallintaa projektin alussa tietomalliin kohdistusobjekti. Esimerkkinä voidaan sopia, että jokainen suunnittelija mallintaa suunnitelmiinsa ennalta sovitun kokoisen kuution samaan korkeuteen ja sijoittaa sen koordinaatiston nolapisteeseen. Tietomallikoordinaattori lisää kuutiot yhdistelmämalliin ja varmistaa, että jokaisen suunnittelijan kuutio on samassa paikassa.

3.2 CADS elementit

IFC viennin yhteydessä on mahdollista suodattaa halutut osat, jotka malliin viedään. Vietävät osat ovat eroteltu sähköpisteisiin, valaisimiin, keskuksiin, lämmityspattereihin, kattolämmityselementteihin, kosketin- ja virtakiskoihin, kaapelihyllyihin, johtokanaviin (putket, kourut ym.), valaisinripustuskiskoihin, reikävarauksiin sekä tiloihin.

Jokaiselle elementille on tehtävä 3D-generointi ja tarkistettava että niille löytyy 3D-vastaavuus, jotta ne voidaan viedä tietomalliin. 2D-symbolin 3D-vastaavuus voidaan tehdä CADs Electricissä symbolin tuotemallin kautta. Osalle symboleista vastaavuus on jo valmiiksi määritetty. Generoinnin voi tehdä joko tartuntamuokkauksessa hiiren oikealla painikkeella (*Generoi 3D valituille*), tai vaihtoehtoisesti sen voi suorittaa IFC-vientiä tehdessä. Kuvassa 2 IFC:n vienti ikkuna CADs Electricissä.



Kuva 2. IFC vienti CADs18:ta (CADs18 2019)

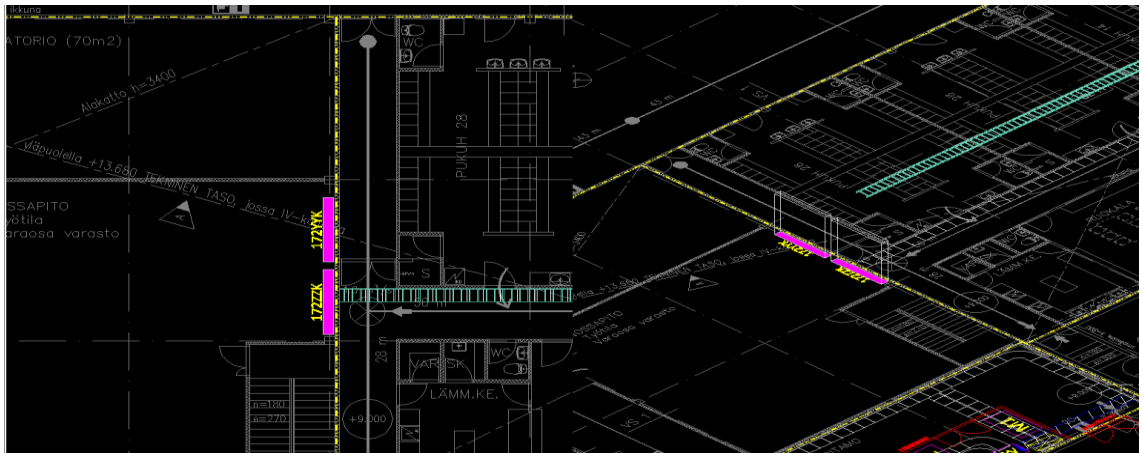
3.2.1 Keskukset ja ATK-Jakamot

Ristikytkentäkaapit ja jako- sekä sähkökeskukset tulee esittää tietomallissa oikeilla tai tarvittaessa suunnittelijan arvioimien mittojen kokoisina niiden oikeassa paikassa niiden tilan tarpeen vuoksi. (YTV2012 Osa 4.) Tilavarauksia on suotavaa suunnitella ja esittää jo projektin alkumetreillä, jotta muut suunnittelualat osaavat ottaa tilatarpeet huomioon jo alkuvaiheessa.

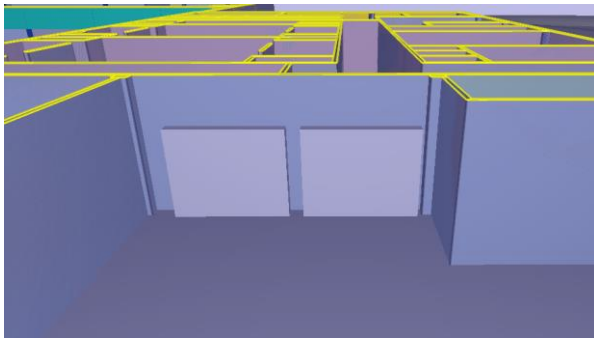
Tietomalliin tuotavan keskuksen luonti tapahtuu CADs Electricissä Lisää keskus toiminnolla (*Tasopiirustukset > Keskustoiminnot > Lisää keskus*). Keskuksen tarkat mitta- ($x*y*z$) ja sijoitustiedot tulee arvioida mahdollisimman tarkasti ja täyttää keskusta luodessa, jotta keskus saadaan malliin näkyviin oikean kokoisena. Keskuksen

3D-symbolina voidaan käyttää vakiona asetettua kuutiota. Sijoituskorko määräytyy kuution yläreunan mukaan.

Myös ATK-jakamot ja eri järjestelmien ohjauskeskukset kuten turvavalo- ja paloilmoitinkeskukset tulee luoda uusina keskuksina tietokantaan, jos ne halutaan tietomalliin, vaikka ne eivät varsinaisia sähkökeskuksia olisikaan. Esimerkki keskuksista CADs:ssä sekä Solibrissa kuvissa 3 ja 4.



Kuva 3. 2- ja 3D-näkymät tasokuvassa CADs18:ta (CADs18 2019)

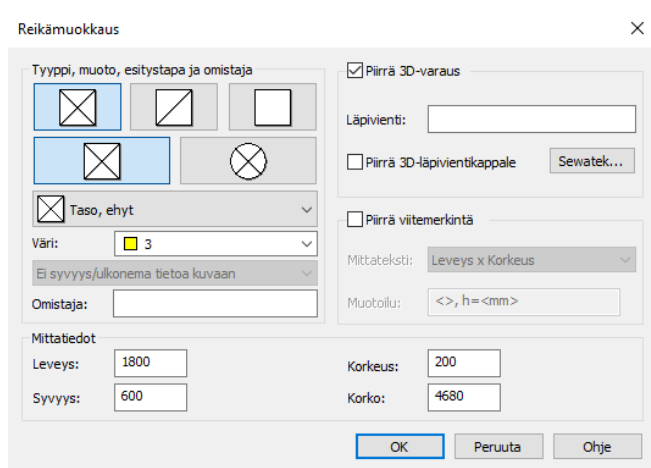


Kuva 4. IFC:n kautta tuodut keskuksietietomallissa. (Solibri Anywhere 2019)

3.2.2 Reikävaraukset

Reikävarauksia tehdään pääosin sähkösuunnittelussa kaapelireittien läpivienneille rakennesuunnittelua varten. Rakennesuunnittelija voi paikantaa sähköläpiviennit tietomallista ja toteuttaa suunnittelun niiden pohjalta. Perinteisiin menetelmiin reikävarauksien mallintaminen nopeuttaa reikävarauskierrosta. Reiän koko, korko ja mitat kiinteisiin pisteisiin pystytään visualisoimaan mallista ilman niiden merkitsemistä. Yhtenäinen vientiformaatti mahdollistaa rakennesuunnittelijalle reikien tuonnin omiin suunnitelmiin mallin kautta riippumatta ohjelmamallista ja piirtotyyleistä.

Mallinnettavat reikävaraukset luodaan CADs Electricin reikätoiminnot työkalulla (*Tasopiirustukset > Toiminnot > Reikätoiminnot > Reiät, syvennykset ja ulkonemat*). Varausta tehdessä on taas vastaavasti tiedettävä varauksen mitta- ja sijoitustiedot niin kuin keskusta luodessa. Lisäksi tulee esittää reiän muoto, sekä ilmaista reiän omistajan suunnitteluala (esim. SÄH tai LVI). Reikävaraukselle annettu korko määräytyy sen yläreunan mukaan. Kuvassa 5 CADs Electricin reikävarausten muokkausikkuna.



Kuva 5. Reikävarausten muokkaus CADs Electricissä. (CADs18 2019)

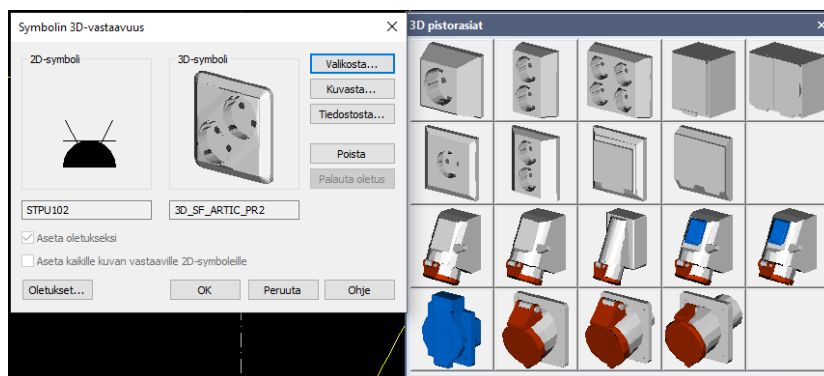
3.2.3 Sähköpisteet

Kytkimien, pistorasioiden ja muiden pienien komponenttien mallinnusta ei vaadita muuta kuin erikseen sovitussa mallihuoneissa. (YTV2012 Osa 4.) Sähköpisteiden

mallintamisen hyödyt ovat hyvin projektikohtaisia. Niiden mallintaminen voi kuitenkin auttaa esimerkiksi rakennesuunnittelussa puu- tai betonielementtien sähkökalusteiden kojerasioiden paikantamisessa. Sähköpisteet mallissa auttavat myös projektin eri osapuolia havainnollistamaan eri tiloja.

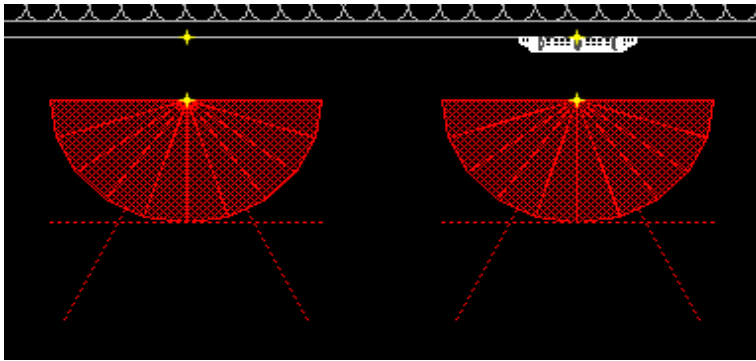
Jos projektissa päätetään mallintaa turva- ja valvontajärjestelmiä, ne tulee järjestelmien sähköpisteet mallintaa omaan malliinsa, ja järjestelmien IFC-tiedostot pidetään erillään muista järjestelmistä. (YTV2012 Osa 4.)

Sähköpisteille kuten esimerkiksi pistorasioille, kytkimille ja termostaateille voidaan CADS Electricissä määrittää 3D-symbolit. Symboli määritellään 3D-piirtotoimintojen, (*Tasopiirustukset -> 3D-piirtotoiminnot -> Määritä 2D-symbolia vastaava 3D-symboli*), tai tuotemallin kautta. CADS Electricin valikoista löytyy oletuksena valmiita symboleita pistorasioille, kytkimille ym. sähkökalusteille eri valmistajien katalogeista. Esimerkki pistorasioiden 3D-symbolien valikosta kuvassa 6.



Kuva 6. Pistorasian 3D-vastaavuus (CADS18 2019)

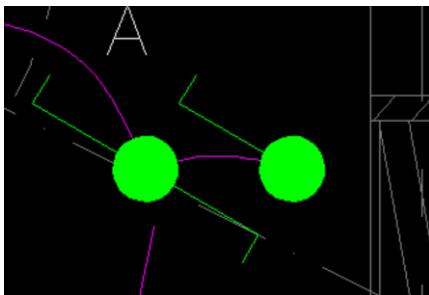
Sähköpisteitä mallinnettaessa symbolit on sijoitettava täsmälleen oikein tasokuvaan, jotta ne näkyvät mallissa halutulla tavalla. Oletuksena symbolin 3D-vastaavuus määrytyy kohdistuspisteen mukaan. Esimerkiksi pistorasiaa mallinnettaessa pistorasian kohdistuspiste kohdistetaan seinään, johon pistorasia asennetaan (kuva 7). Näin 3D-symboli kohdistuu automaattisesti oikeaan kohtaan. 3D-symbolia voidaan myös siirtää tarvittaessa sen omasta kohdistuspisteestä. Lisäksi pistorasialle on määritettävä oikea korko sen attribuutteihin.



Kuva 7. Pistorasian kohdistus (CADS18 2019)

Jos sähkökalusteita asennetaan päällekkäin tai vierekkäin ja niille asennetaan yhteinen peitelevy, niin se voidaan havainnollistaa myös tietomallissa asettamalla kalusteille oikeat korkeudet toisiinsa nähden. Asettamalla kalusteiden keskipisteet 71 mm erilleen toisistaan 3D-symbolit menevät hieman sisäkkäin, ja näkyvät tietomallissa kuin ne olisivat saman peitelevyn alla (kuva 8 ja 9).

Esimerkiksi jos seinään asennetaan kaksi kytkintä päällekkäin ja alimman kytkimen korko on 1000 mm, tulee sen yläpuolelle asennettavan kytkimen koroksi asettaa 1071 mm.



Kuva 8. Saman peitelevyn alle asennettavat kytkimet (CADS18 2019)

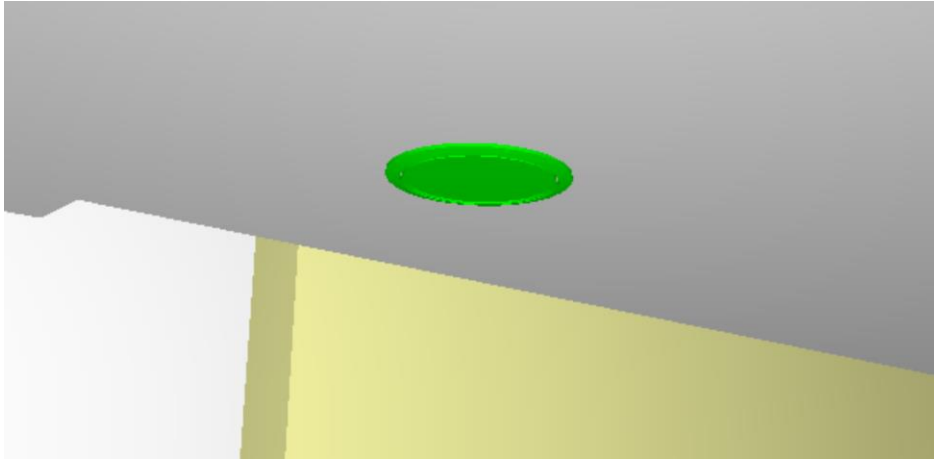


Kuva 9. Kuvan 8. kytkimet tietomallissa (Solibri Anywhere 2019)

3.2.4 Valaisimet

Valaisimet tulee ensisijaisesti mallintaa käyttäen suunnitteluohjelmiston tarjoamia valmistajien objekti kirjastoja. Jos haluttua tuotetta ei ohjelmistossa ole saatavilla, voidaan käyttää vastaavaa saman kokoista valaisintyyppiä tai tarvittaessa 3D-objektia. (YTV2012 Osa 4.)

Valaisimille voidaan luoda 3D-vastaavuudet vastaavasti kuin sähköpisteille. Mallinnettavien valaisimien on myös sijaittava tasokuvassa oikeassa paikassa, jotta se saadaan mallissa näkyviin oikein. Kattoon asennettavassa valaisimessa tulee tietää katon korkeus, johon valaisin asennetaan ja määritellä valaisimen korkeus sen mukaan. Seinään asennettavassa valaisimessa 3D-symbolin sijainti määräytyy myös sen 2D-symbolin kohdistuspisteen mukaan. Kuvassa 10 esimerkki mallinnetusta valaisimesta.



Kuva 10. Mallinnettu valaisin alakatossa (Solibri Anywhere 2019)

3.2.5 Kaapelireitit

Sähkösuunnitelmaa mallinnettaessa vaakasuuntaiset kaapelireitit tulee esittää niin, että vaakasuuntaiset runkoverkostot ovat selvästi havaittavissa tietomallista tekniikan tarvitseman pääreitit havainnollistamiseksi. Kaapelihyllyt, ripustuskiskot, johtokourut ja lattiakanavat tulee mallintaa niiden todellista kokoa vastaavilla objekteilla. (YTV2012 Osa 4.)

CADS Electricin johtotiepiirto työkalulla voidaan mallintaa kaapelireiteille monia eri johtotietyyppisiä kuten hyllyjä, johtokanavaa, ripustuskiskoa ja putkea. Johtoteiden lisäksi voidaan myös mallintaa virta- ja kosketinkiskoja. Kaapelireittejä piirtäessä tulee määrittää johtotien leveys, korkeus ja sen sijoituskorko. Hyllyä piirtäessä johtotie piirron asetuksista voidaan määrittää johtotielle sen 3D-poikkileikkaus. Poikkileikkauksien avulla voidaan visuaalisesti havainnollistaa, käytetäänkö asennukseen esimerkiksi tikashyllyä, lankahyllyä tai levyhyllyä.

Jokaista kaapelireittiä mallinnettaessa on käytettävä niille määritellyjä värejä (kuva 11). Alla listattuna verkostot sekä niiden ACAD väri: (YTV 2012, Osa 4.)

- Johtotiet, sähkö: 123
- Johtotiet, tele: 181
- Johtotiet, turva: 31

- Lattiakanavat, sähkö: 65
- Lattiakanavat, tele: 225
- Jakelukiskot, sähkö: 241

Johtotiet, sähkö



Johtotiet, tele



Johtotiet, turva



Lattiakanavat, sähkö



Lattiakanavat, tele



Jakelukiskot, sähkö



Kuva 11. ACAD-värit (CADS18)

CADS Electricin asetustiedostoissa ei ole määritelty asetusjärjestelmiä erikseen eri järjestelmien johtoteille, ja näin ollen ne esiintyvät oletuksena saman värisenä suunnitteluohjeessa, sekä tietomallissa.

4 SOLIBRI

Solibria käytetään tietomallien analysointiin, tarkasteluun ja yhdistämiseen. Solibri toimii työkaluna esimerkiksi määrälaskennalle, laaduntarkkailulle sekä kommunikointi välineenä eri suunnittelualoille. Ohjelmisto toimii myös työmaakäytössä mallien tarkastamiseen ja laadun varmistukseen.

4.1 Käyttöympäristö

Solibrin käyttöliittymä koostuu oletuksena viidestä asemoinnista, joista jokaisesta löytyy omat toimintonsa. Nämä ovat tiedosto, malli, tarkastus, kommunikointi, sekä informaation talteenotto. Käyttäjä voi myös lisätä ja tehdä omia asemoiteja ”+” ikonista. Asemoinnit löytyvät päätyökaluriviltä ikkunan yläreunasta (kuva 12).



Kuva 12. Solibrin asemoinnit (Solibri Anywhere 2019)

4.1.1 Tiedosto

Tiedosto asemoinnin toiminnoilla hallitaan mallin tiedostoja. Asemointi sisältää seuraavat toiminnot: (Solibri aloittajan opas 2019.)

Avaa malli: IFC, DWG sekä SMC tiedostojen avaaminen

Lisää malleja: Osamallien lisääminen tietomalliin

Päivitä malleja: Osamallien päivitys tietomallissa

Tallenna malli: Mallin tallennus samalla nimellä

Tallenna nimellä: Mallin tallennus uudella nimellä

Suojausasetukset: Suojausparametrien määrittäminen malliin, kuten salasanalla lukitseminen.

Sulje: Sulkee nykyisen mallin

Viimeiset: Näyttää viimeisimmät avatut mallit

Roolit: Käyttäjäroolin valitsemiseen ja määrittämiseen

Solution Center: Ohjelman sisäinen päivityspalvelu

Asetukset: Asetuksien ja parametrien kuten yksiköiden, värikarttojen ja käyttäjätietojen määrittämiseen

Ohje: Apudokumentit ja tekninen tuki

Ruleset Manager: Oma asemointi, jossa voi muokata ja luoda omia sääntöjä

Poistu: Sulkee mallin ja ohjelman

4.1.2 Malli

Malli asemoinnista löytyy oletuksena kolme näkymää:

Mallipuu: Näyttää mallin rakenteen, jonka välilehdet sisältävät eri suunnittelualojen eri elementit, sekä mallin kerrokset ja tasot.

Mallipuusta voidaan lisätä ja poistaa yhdistelmämallissa näkyviä malleja, kerroksia ja tasoja. Mallit voidaan tuoda ja poistaa näkyvistä mallipuun yläreunassa sijaitsevilla valintakori työkaluilla. Tuodakseen yhden tai useamman mallin näkyviin käyttäjä valitsee haluamansa tietomallit, ja painaa työkalurivin ”+” toimintoa. Mallien piilotus toimii vastaavasti painamalla ”-” toimintoa.

Tietomallien päivitys tapahtuu myös mallipuun kautta. Halutut mallit voidaan päivittää valitsemalla ne mallipuusta, ja valitsemalla päivitä malleja toiminto hiiren 2-painikkeella aukeavasta valikosta. Valikosta voidaan myös asettaa päälle mallin automaattinen päivitys tai päivityskehotukset. Asetuksesta riippuen Solibri automaattisesti päivittää, tai kehottaa päivittämään valitun mallin aina kun mallia on muutettu. Jokaisen päivitysasetuksen toiminnallisuus edellyttää, että päivitettävän mallin järjestelmäpolku on sama kuin se oli alun perin mallia tuodessa.

Info näkymä: Näyttää valitun komponentin informaation kuten sen sijainnin, kokotiedot, suunnittelualan ja tyyppin

3D näkymä: Näyttää tietomallin geometrian visuaalisesti.

4.1.3 Tarkastus

Tarkastus asemoinnilla voidaan analysoida ja tarkastella mallia. Tarkastuksen tuloksia voidaan suodattaa valitsemalla tarkastajan rooli, sekä asettamalla eri säännöksiä esimerkiksi määrälaskentaa, komponenttien leikkauksia, materiaali tarkastuksia, ja erilaisten komponenttien arvojen vertailua varten. Tietomallin tarkastuksen ja analysoinnin yleensä tekee projektin tietomallikoordinaattori.

4.1.4 Kommunikointi

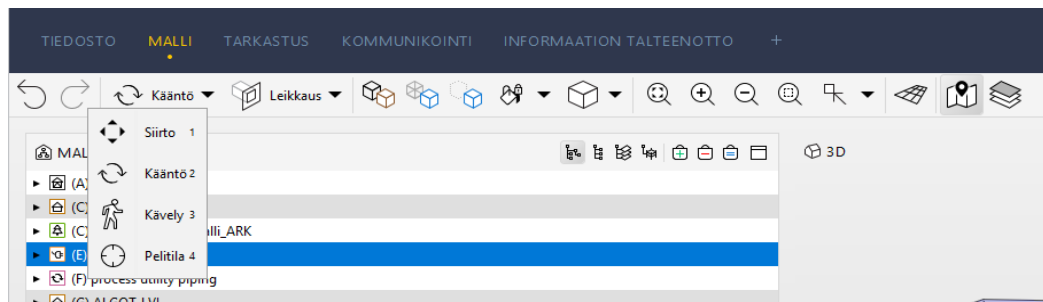
Kommunikointi asemalla voidaan esittää eri havaintoja tietomallista. Havainnot näytetään Solibrissa koottuina esityksinä, jotka koostuvat ilmoituksista. Ilmoituksiin voidaan liittää haluttu näkymä tietomallissa, kertoa tarkempi kuvaus havainnon sijainnista, sekä kuvailla miksi havainto on otettu esille. Ilmoitukseen voi määrittää koordinoitua varten havainnon tilanteen, mitä suunnittelualaa havainto koskee ja mihin päivään mennessä se tulisi korjata. Tietomallikoordinaattori voi tarkistuksen jälkeen kuitata tilanteen korjatuksi, aloitetuksi tai suljetuksi.

4.1.5 Informaation talteenotto

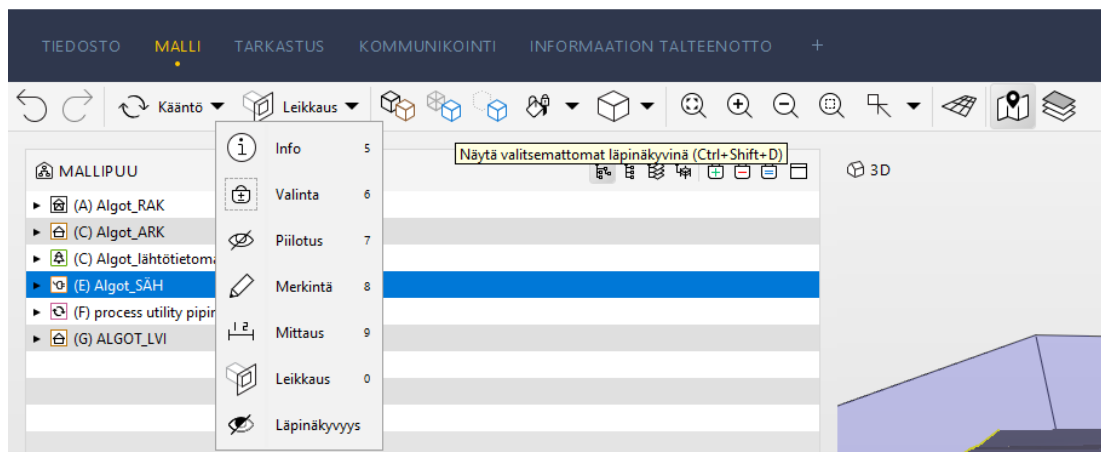
Informaation talteenotolla voidaan kerätä mallista tietoja ja luoda niistä kokonaisuuksia. Toiminnolla voidaan valita mallin sisältämiä komponentteja ja niiden ominaisuuksia, sekä luoda niistä omat listaukset esimerkiksi määrälaskentaa varten.

4.2 Mallin visualisointi

Tietomallia voidaan visualisoida Solibrin eri työkaluja käyttämällä. Työkalut löytyvät asemointien alapuolella sijaitsevasta työkalupalkista kahdesta alavetovalikosta, joista ensimmäinen sisältää työkalut mallissa liikkumiseen (kuva 13), ja toinen mallin visualisoimiseen (kuva 14).



Kuva 13. Tietomallissa liikkumisen toimintoja (Solibri Anywhere 2019)



Kuva 14. Visualisoinnin toimintoja (Solibri Anywhere 2019)

4.2.1 Mallissa liikkuminen

Solibri käyttää oletuksena liikkumiseen tietokoneen hiiren määritettyjä toimintoja, jotka ovat siirto sekä kääntö. Siirtotoiminnolla mallia siirretään hiiren liikkeellä painamalla sen keskirullaa pohjassa samanaikaisesti. Hiiren keskirullalla voidaan myös siirtää etäisyyttä katselupisteestä lähemmäksi ja loitommaksi. Kääntö toimintoa käytetään hiiren 1. painikkeella ja hiiren liikkeellä samoin periaattein kuin siirtotoimintoa. Kääntöliikkeen keskipiste valitaan asettamalla kursori haluttuun kohtaan, ja painamalla painike pohjaan. Tämän jälkeen hiiren liikkeellä voidaan kiertää mallia haluttuun suuntaan.

Kävelytilassa voidaan kävellä mallin sisällä. Valitsemalla kävelytilan malli asettuu eteesi horisontaaliksi simuloidakseen kuin olisit mallissa sisällä. Kävelytilassa liikkuminen tapahtuu myös hiirellä. Kävelytilassa törmäystarkastelu estää käyttäjää kävelemästä seinien ja muiden elementtien läpi. Törmäystarkastelun saa pois päältä painamalla näppäimistön C-kirjainta.

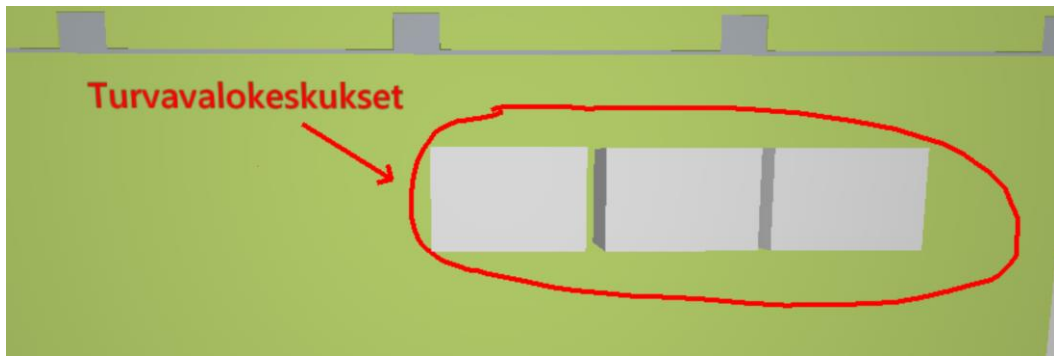
Pelitila toimii nimensä mukaisesti niin kuin videopeleissä. Liikkuminen tapahtuu WASD-, tai nuolinäppäimillä, ja hiirtä siirtämällä määritetään suunta, johon kuljetaan.

4.2.2 Visualisoinnin työkalut

Oletuksena käytettävää **infotyökalua** voidaan käyttää eri komponenttien tietojen katselamiseen. Kun työkalu on valittu, voidaan 3D-mallissa klikata mitä tahansa komponenttia ja tarkastella sen tietoja Info näkymästä. Näkymä esittää mm. komponentin suunnittelualan, sen geometriset tiedot ja millä ohjelmistolla se on tehty.

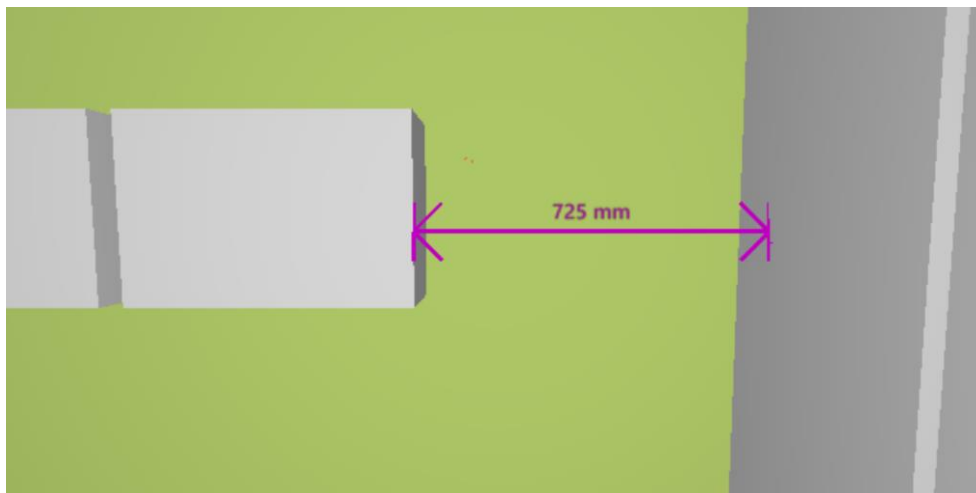
Piilotustyökalulla saadaan halutut komponentit pois näkyvistä mallista. Piilotus tapahtuu hiiren 1-painikkeella työkalun ollessa päällä. Piilotetut komponentit voidaan tuoda takaisin näkyviin perumalla komento näppäimistön ctrl-z yhdistelmällä, tai vaihtoehtoisesti valitsemalla peru piilota toiminto hiiren 2-painiketta painamalla aukeavasta valikosta.

Merkintätyökalulla voidaan merkitä ja korostaa eri komponentteja. Käyttäjän tekemiä merkintöjä voidaan tallentaa malliin ja tätä kautta visualisoida eri huomioita muiden projektin osapuolien välillä käyttäen tekstiä, nuolia, viivoja, ympyröitä, käyttäjän omilla kuvatiedostoilla tai piirtämällä kynä toiminnolla. Merkintöjä voidaan poistaa yksitellen valitsemalla merkintä ja painamalla delete-näppäintä. Kaikkien merkintöjen poistaminen tapahtuu klikkaamalla hiiren 2-painiketta ja valitsemalla ”Poista merkinnät” merkintätyökalun ollessa päällä. Esimerkki tietomalliin tehdyistä merkinnöistä kuvassa 15.



Kuva 15. Merkinnät tietomallissa (Solibri Anywhere 2019)

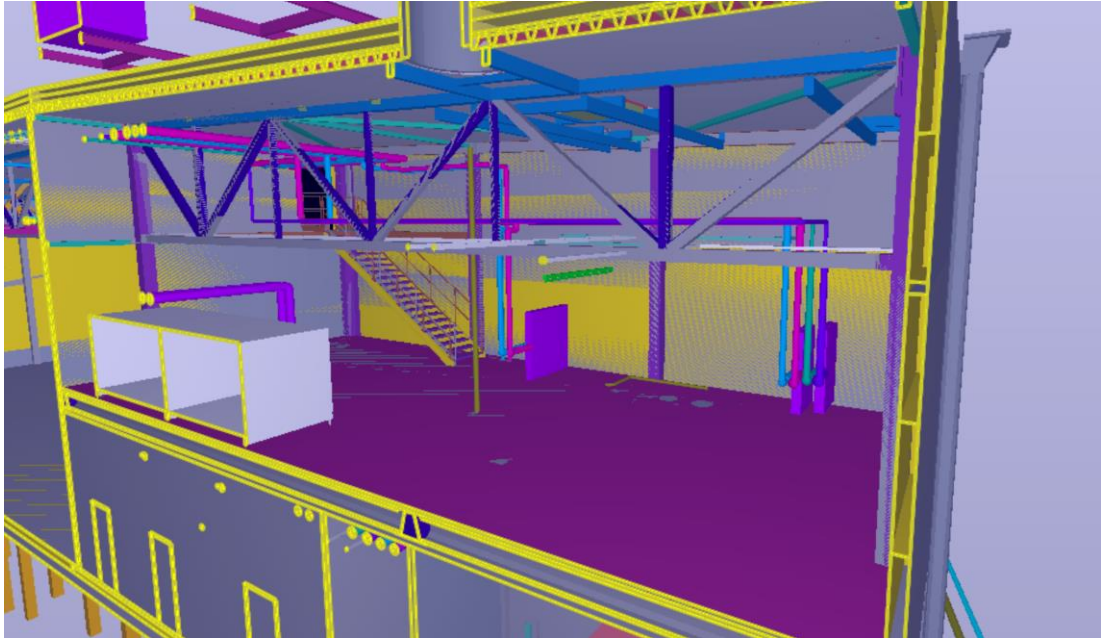
Mitoitustyökalulla voidaan ottaa ja esittää mittoja eri komponenttien välillä. Mitoitus tapahtuu ensin painamalla yhtä komponenttia tietomallista. Kun ensimmäinen komponentti on valittuna, voidaan painaa toista komponenttia. Solibri laskee ja esittää halutun välimatkan käyttäjän määrittelemillä mittayksiköillä tietomallissa. Mittayksiköiden määrittäminen löytyy tiedosto-asetusten asetus-valikosta. Kuvassa 16 esimerkki mitatusta etäisyydestä tietomallissa.



Kuva 16. Mitoitus tietomallissa (Solibri Anywhere 2019)

Leikkaustyökalun avulla voidaan esittää erilaisia näkymiä tietyistä leikkaustasoista (kuva 17). Leikkaus tehdään valitsemalla tietomallista pinta tai taso, jonka mukaan leikkaus halutaan tehdä. Leikkauksien tasoa voidaan muuttaa painamalla näppäimistön shift- sekä hiiren 1-painike pohjaan ja siirtämällä hiirtä, tai vaihtoehtoisesti painamalla shift-näppäin pohjaan ja rullaamalla hiiren keskirullaa. Yksittäinen leikkaus voidaan

poistaa valitsemalla haluttu poistettava leikkaus ja painamalla näppäimistön delete näppäintä, tai vaihtoehtoisesti poista leikkaus toiminnolla hiiren 2-painikkeella avautuvasta valikosta. Kaikkien leikkausten poistaminen tapahtuu klikkaamalla hiiren 2-painiketta ja valitsemalla ”Poista leikkaukset” merkintätyökalun ollessa päällä.



Kuva 17. Leikkaus tietomallissa (Solibri Anywhere 2019)

Läpinäkyvyystoiminnolla voidaan haluttu komponentti muuttaa läpinäkyväksi. Toimintoa voidaan hyödyntää havainnollistamiseen tiettyjä elementtejä piilottamatta niitä kuitenkaan kokonaan mallista. Komponentin asettaminen läpinäkyväksi tapahtuu painamalla haluttua komponenttia hiiren 1-painiketta läpinäkyvyys toiminnon ollessa päällä. Läpinäkyvät komponentit saadaan takaisin näkyviin painamalla niitä uudelleen toiminnon ollessa päällä.

5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön aihe tulee koskemaan ajan kuluessa yhä useampia suunnittelijoita. Tietomallinnettavien projektien tähänastisesta vähäisestä määrästä johtuen usea suunnittelija ei ole vielä päässyt suunnittelemaan tietomallipohjaista projektia, eikä välttämättä tiedä mitä kaikkea kohteen kokonaisprosessi oikeasti sisältää, sekä ei omaa kokemusta ohjelmistoista ja niiden ominaisuuksista, joita tietomallintamiseen käytetään.

Tietomalli ja mallinnus itsessään on alueena hyvin laaja käsite, joten työssä ei oteta kantaa kaikkiin yksityiskohtiin ja seikkoihin. Työ on rajattu ohjeeksi suunnittelutyöhön, ja perusasioissa pitäytyminen tekee tästä ohjeesta hyvän työkalun.

Työssä esitettyjä menetelmiä sekä kokonaisuuksia on sovellettu ja tutkittu tietomallinnettavien kohteiden suunnittelutöissä ja projektien edetessä todettu tärkeiksi seikoiksi, joita esittää tässä ohjeessa. Työstä tullaan laatimaan myös tiivistetty versio konsernin asettelumallien mukaisesti, sekä työn materiaalia tullaan myös käyttämään Lounais-Suomen sähköosaston Solibri koulutuksessa.

LÄHTEET

CADS Electric ominaisuudet. Kymdata Oy. Viitattu 8.11.2019.

http://www.cads.fi/sites/default/files/inline-files/Electric-ominaisuudet_rakennus-sahkoistus_0_2.pdf

CADS Planner (Versio 18.0.7). Kymdata Oy.

Kauppalehti www-sivut. Yritykset. Viitattu 8.11.2019. <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/solibri+oy/10586439>

Kymdata www-sivut. Yritys. Kymdata Oy. Viitattu 8.11.2019.

<http://www.cads.fi/yritys>

M.A.D. www-sivut. Viitattu 10.11.2019. https://mad.fi/tiedostot/pdf/kasikirja16/YS.IFC_web.pdf

Sitowise www-sivut. Yritys. Sitowise Oy. Viitattu 8.11.2019. <https://www.sitowise.com/fi/sitowise/yritys>

Solibri (Versio 9.10.0.129). Solibri Oy.

Solibri aloittajan opas. Viitattu 11.11.2019. <https://solibri-assets.s3.amazonaws.com/old-site/2016/03/9.6-Aloittajan-opas.pdf>

Suominen, S. 2019. Palvelujohtaja, Sitowise Oy. Turku. Henkilökohtainen tiedonanto 18.11.2019.

Tietomalliohje Suunnittelijoille. Tampereen Tilapalvelut Oy. Viitattu 8.11.2019.

http://www.tampere.fi/tilakeskus/material/BUbIXKnNP/TRE_TIKE_-_tietomalliohje_suunnittelijoille.pdf

YTV2012 Osa 1. Yleinen osuus. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu

7.11.2019. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf

YTV2012 Osa 4. Talotekninen suunnittelu. 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu

7.11.2019. https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_4_tate.pdf