

Benjam Palosaari

SÄHKÖPIIRIKAAVIoidEN GENEROINNIN KEHITTÄMINEN CADMATICILLA

SÄHKÖPIIRIKAAVIoidEN GENEROINNIN KEHITTÄMINEN CADMATICILLA

Benjam Palosaari
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, automaatiotekniikka

Tekijä: Benjam Palosaari

Opinnäytetyön nimi: Sähköpiirikaavioiden Generoinnin Kehittäminen CADMATICilla

Työn ohjaajat: Tomas Karvonen (Insta Automation Oy) & Manne Tervaskanto (OAMK)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 34

Opinnäytetyön tilaaja on Insta Automation Oy. Työn tarkoituksena oli kehittää sähköpiirikaavioiden generointia CADMATICilla. Opinnäytetyön aihe vastaa aikaisemmissa projekteissa esille tulleen tarpeeseen kehittää kyseistä työvaihetta ja täten nopeuttaa ja helpottaa sähkösuunnittelijan työtä. Työn tavoitteena on perehtyä CADMATICin tarjoamiin työkaluihin piirikaavioiden generoimisessa ja verrata työkalujen eri ominaisuuksia sähköpiirikaavioiden generoinnin kannalta.

Työssä käytetyt CADMATICin ominaisuudet ja toiminnot olivat itselleni pääasiassa tuttuja aikaisemman käytön ansiosta. Opinnäytetyön aikana tutkittiin, voiko aikaisemmin käytössä olleita toimintoja tehostaa vai onko olemassa jokin korvaava tehokkaampi toiminto. Aikaisemman kokemuksen lisäksi työn aikana perehdyttiin CADMATICin sisäiseen ohjeeseen ja julkaistuihin videoihin toiminnoista. Lisäksi neuvoa ja mielipiteitä kysyttiin yrityksen CADMATIC-pääkäyttäjältä ja yrityksen suunnittelijoilta.

Sähköpiirikaavioiden generointiin käytettiin CADMATICia ja työn alussa kerrotaan opinnäytetyössä käytetyistä sovelluksista, mitä sähköpiirikaavioita piirtäessä tulee ottaa huomioon ja miten generointityökalut toimivat. Lopuksi vertaillaan eri generointitapojen hyviä ja huonoja puolia.

Työn lopputuloksena todettiin modulaarisen generoinnin palvelevan parhaiten toimeksiantajan tarpeita luotettavana ja monipuolisena työkaluna. Todettiin myös pohjakuvan ja moduulin piirtämisen vaikuttavan generoinnin lopputulokseen huomattavasti. Lopputulokseen vaikuttivat modulaarisen generoinnin eri toiminnot ja selkeys. Lisäksi havaittiin toiminnallista epävarmuutta tietokantapohjaisessa generoinnissa. Modulaarinen generointi todettiin helposti käyteenotettavaksi ja käyttöönotto on mahdollista toteuttaa vaiheittain suunnittelijoiden tarpeiden mukaan.

Asiasanat: Sähköpiirikaavio, CAD, generointi, kehitys

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Electrical and Automation Engineering, Option of Automation Engineering

Author: Benjam Palosaari

Title of thesis: Development Of Electrical Circuit Diagram Generation Using CADMATIC

Supervisors: Tomas Karvonen (Insta Automation Oy) & Manne Tervaskanto (OAMK)

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023

Number of pages: 34

This thesis was commissioned by Insta Automation Oy. The subject of this thesis was to develop the generation of electric circuit diagrams using CADMATIC. The subject of the thesis was topical, because in previous projects there were challenges in generating electrical circuit diagrams. The main goal of this thesis is to compare the tools offered by CADMATIC for generating electrical circuit diagrams and find out which one fits best in the needs of Insta Automation Oy.

During the thesis it is investigated whether the previously used generating tool can be used more efficiently or if it is better to replace the generating tool with another. In addition to previous experience, mainly from the previously used generating tool during the work I familiarized myself with the internal instructions and videos published by CADMATIC. In addition, advice and opinions were asked from the company's CADMATIC main user and the company's designers.

In this thesis CADMATIC is used to draw and generate electrical circuit diagrams. At the beginning of the work, it is explained about the applications used in the thesis work and what should be considered when drawing base images for generating. Finally, it is explained how the different generating tools work and how do the tools compare.

As a result of the work, it was found that modular generation serves best the commissioner's needs. It was also found that a good base image or module affected significantly the final generated circuit diagram. Modular generation was chosen as the best tool because of its reliability and versatility. In addition, functional uncertainty was found in the generation of wire connections when using databased generation.

Keywords: Electrical circuit diagram, CAD, generation, development

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Insta Automation Oy:lle ja sen tarkoituksena on tukea suunnittelijoiden työtä sähköpiirikaavioiden generoimisessa. Haluan erityisesti kiittää mielenkiintoisesta aiheesta ja hyvästä ohjauksesta esihenkilöäni Tomas Karvosta ja yrityksen CADMATIC-pääkäyttäjää Mikko Konttista. Oulun ammattikorkeakoulun puolelta haluan kiittää ohjaajaani Manne Tervaskantoa ja tekstin ohjauksesta Arja Maunumäkeä.

31.3.2023

Benjam Palosaari

SISÄLLYS

ALKUSANAT	5
SANASTO.....	7
1 JOHDANTO	8
2 INSTA AUTOMATION OY	9
3 CADMATIC	10
4 PIIRIKAAVION PIIRTÄMINEN CADMATICILLA.....	14
5 CADMATIC GENEROINTI.....	18
5.1 Tietokantapohjainen generointi	18
5.2 Modulaarinen generointi	21
5.3 Kuvien generointi Excel-tilukon perusteella.....	25
5.4 Kuvien kopiointi	27
6 GENEROINTITAPOJEN VERTAILU	30
6.1 Tietokantapohjainen generointi	30
6.2 Modulaarinen generointi	30
6.3 Kuvien generointi Excel-tilukon perusteella.....	31
6.4 Kuvien kopiointi	31
7 YHTEENVETO	32
8 POHDINTA.....	33
LÄHTEET.....	34

SANASTO

CADMATIC	Suunnitteluohjelmisto
Electrical	Sähkö- ja automaatio suunnitteluun tarkoitettu CADMATICin kehittämä toimialakohtainen ohjelmisto
Electrical DB	Electricalin sovellus, joka sisältää projektin tietokannan ja mahdollistaa tietojen hallinnan
Schematics	Electricalin sovellus piirikaavioiden piirtämiseen
Generointi	Tässä yhteydessä piirikaavioiden tuottaminen käyttäen generointityökaluja
Pohjakuva	Kuva, jota käytetään pohjana generoinnissa
Moduuli	Kansio, joka sisältää eri objekteja Electrical-projektista ja jota käytetään generoinnissa

1 JOHDANTO

Tietokoneavusteiset suunnitteluohjelmat ovat laajasti käytössä suunnittelutoimistoissa ja niiden tehtävä on ratkaista suunnittelun tehottomuudet, epäkäytännöllisyydet ja suunnittelijan inhimilliset virheet. CADMATIC mahdollistaa piirikaavioiden tuottamisen perinteisten tapojen lisäksi generointityökaluilla, joilla saadaan tuotettua suuri määrä piirikaavioita automaattisesti käyttäen pohjakuvia. Tämän opinnäytetyön aihe tuli tarpeesta puuttua aikaisemmissa projekteissa ilmenneisiin ongelmiin sähköpiirikaavioiden generoinnissa. Opinnäytetyössä perehdytään generointityökaluihin ja hieman piirikaavion piirtämiseen CADMATICilla, jotta generoinnista saadaan paras hyöty.

Työn tavoitteena on kehittää sähköpiirikaavioiden generointia tutkimalla, mikä CADMATICin tarjoamista generointityökaluista vastaa parhaiten toimeksiantajan tarpeita. Työ toteutetaan perehtymällä CADMATICin tarjoamiin aineistoihin, jonka lisäksi kokeillaan itsenäisesti CADMATIC Electricalin eri työkalujen toimintoja toimeksiantajan tarpeita ajatellen. Generointityökaluja verrataan keskenään ja valitaan niistä parhaiten toimeksiantajaa palveleva. Toimeksiantajaa parhaiten palvelevaa tapaa valitessa tulee ottaa huomioon muun muassa suunnittelijan säästämä aika, työkalun helppokäyttöisyys, luotettavuus ja monipuolisuus. Lisäksi opinnäytetyön aikana tutkitaan, miten generointiprosessia saataisiin kehitettyä Microsoft Excelillä.

Opinnäytetyössä on käytetty CADMATIC 22 Electrical -ohjelmistoa ja työ on toteutettu siten, että toimeksiantajan käyttämät symbolit, pohjakuvat ja Excel-tiedostot pysyvät salassa.

2 INSTA AUTOMATION OY

Insta Automation Oy on osa Insta Group -konsernia, joka on alun perin vuonna 1960 perustettu teollisuuden instrumenttiasennuksiin erikoistunut suomalainen perheyritys (1). Nykyään Insta Group -konserniin kuuluu Insta Automation Oy:n lisäksi kyberturvallisuuden ja turvallisen digitalisaation erikoisosaaja Insta Advance Oy sekä avioniikan, miehittämättömän ilmailun ja korkeateknologian asiantuntija Insta ILS Oy. Insta Groupilla on toimipisteitä ympäri Suomea ja päätoimipiste sijaitsee Tampereella Sarankulmassa (2). Vuonna 2021 Insta Group Oy:n liikevaihto oli 143,5 M€ ja yritys työllisti yli 1000 työntekijää (3).

Insta Automation on sähköautomaation ratkaisutoimittaja ja elinkaarikumppani. Insta Automation tarjoaa muun muassa suunnittelua, valmistusta, asennusta ja kunnossapitoa kattavasti eri toimialoille, kuten prosessiteollisuuteen, energiantuotantoon ja -jakeluun, vesihuoltoautomaatioon, meri-, metsä- ja elintarviketeollisuuteen sekä teattereiden näyttämötekniikkaan. (4.)

3 CADMATIC

CADMATIC on 3D-pohjaisia suunnittelu- ja tiedonhallintaohjelmistoja kehittävä suomalainen yritys. CADMATICin ohjelmistotuoteperhe sisältää ohjelmistoja usealle osa-alueelle, jotka tukevat toimialojen suunnittelu- ja dokumentointitarpeita. Vuonna 2019 CADMATIC laajensi tuotevalikoimaansa sähkö- ja automaatio suunnittelun ohjelmistolla ostamalla suomalaisen Kyndata-ohjelmistoyhtiön ja sen CADS-ohjelmiston. Kaupan jälkeen CADMATICin liiketoiminta on jaettu meri-, prosessi- ja rakennusteollisuuden segmentteihin, joilla yrityksen eri ohjelmistoja käytetään esimerkiksi risteilyalusten, kauppakeskusten ja voimalaitosten rakentamiseen. (5.) Vuonna 2021 CADMATICin liikevaihto oli 28,3 M€ ja yritys työllisti tilikauden lopussa 248 työntekijää (6).

Electrical

CADMATIC Electrical on yksi useista CADMATIC Draw-sovellukseen pohjautuvista toimialakohtaisista ohjelmista. Electrical on Suomen laajin ja käytetyin sähkö- ja automaatio suunnittelussa ja -urakoinnissa käytettävä ohjelmisto alan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin, kuten rakensähköistykseen, teollisuussähkö- ja automaatio suunnitteluun sekä keskusten layout-suunnitteluun. (7.)

Electrical on tietokantapohjainen ohjelmisto, joka koostuu viidestä eri sovelluksesta: Distribution Board, Cabinet Layout, Layout, Schematics ja Electrical DB (8). Opinnäytetyössä käytettäviä sovelluksia ovat piirikaaviosovellus Schematics ja tietokantasovellus Electrical DB. Tietokanta mahdollistaa projektin muokkaamisen ja hallitsemisen keskitetysti. Objektien muokkaukset päivittyvät automaattisesti kaikille objektin esiintymille. (9.)

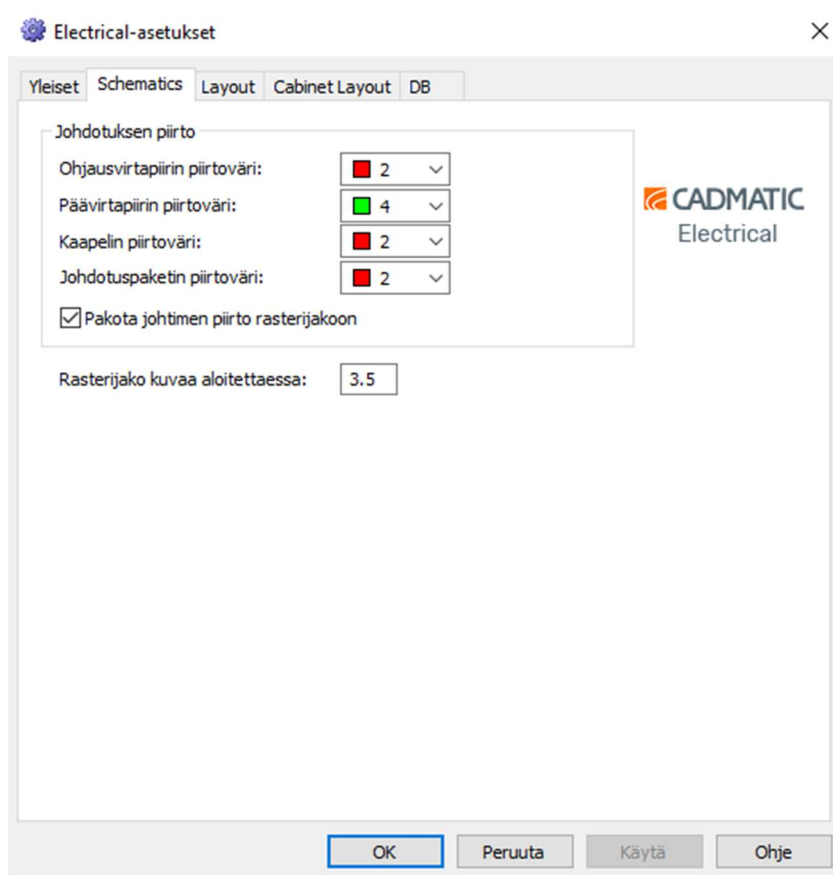
Schematics

Schematics on sovellus piiri- ja johdotuskaavioiden piirtämiseen. Sovelluksessa eri lehdet ovat asiakokonaisuuden käsittelyn helpottamiseksi samassa kuvatiedostossa eri tasoilla. Kuvatiedoston voi liittää projektin tietokantaan, mikä mahdollistaa tietojen muokkaamisen kaksisuuntaisen tietokantatyökalun avulla. (10.)

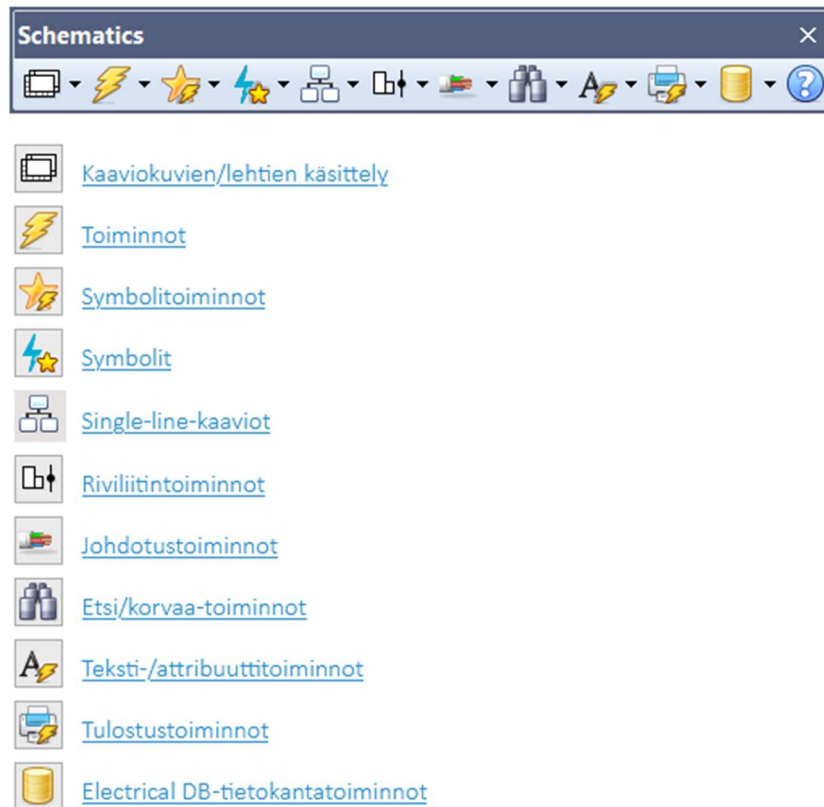
Sovelluksen komponentit, pois lukien ohjelmallisesti toteutetut kaapelikampaukset ja kaapeleiden johdinnumerot, koostuvat symboleista ja niiden tiedot ovat pääsääntöisesti attribuuttielementtejä.

Symbolien tietoja ovat esimerkiksi liitinnumerot ja tunnukset. Jotta käyttäjän symbolit olisivat yhteensopivia, täytyy niistä löytyä symbolin tunnus eli E_ID-attribuutti. (10.)

Schematics-sovelluksen käynnistyessä otetaan käyttöön Schematics-sovelluksen asetukset (kuva 1) ja Draw-sovelluksen lisäksi käyttöön tulevat Schematics-toiminnot, jotka löytyvät Schematics-valikosta. Kuvassa 2 on Schematics-valikko ja valikon alla selitettynä valikosta löytyvät toiminnot.



KUVA 1. Electrical-asetukset Schematics-sovelluksen ollessa käytössä.

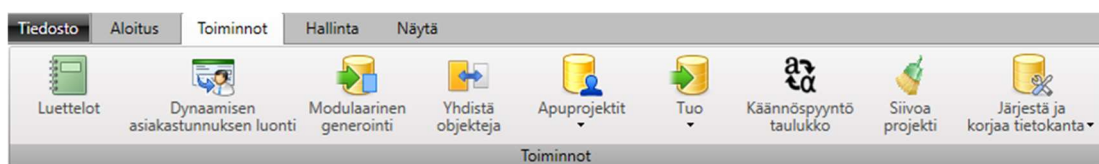


KUVA 2. Schematics-valikko ja -alavalikot.

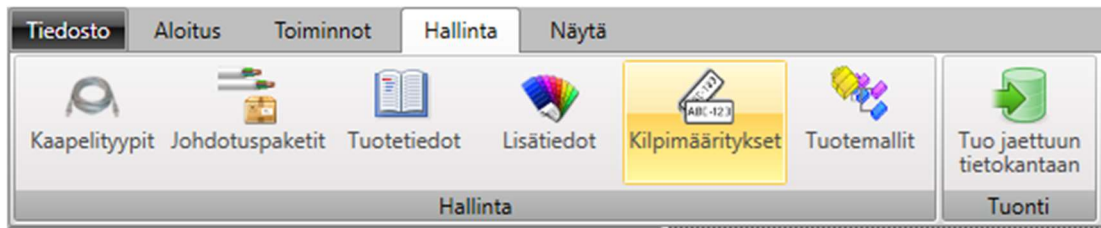
Electrical DB

Electrical DB -työkalu toimii Electrical-sovelluksen hermokeskuksena, jonka avulla hallitaan projektin tietojen lisäksi yleisiä laite- ja kaapelitietokantoja. DB-työkalulla voidaan hallita projektin objekteja projektipuun kautta ja projektin tietoja asetuksista. Lisäksi voidaan hallita projektin tietokanta-toimintoja, kuten tuontimäärittämiä tai tuotemalleja. (11.)

Electrical DB -työkalu on Excel-yhteensopiva ja mahdollistaa projektin tietojen, kuten piirien ja laitteiden, tuonnin Excel-tiedostosta ja esimerkiksi kaapeli- tai kytkentälistojen viennin tietokannasta Excel-tiedostoon. Kuvassa 3 on esitetty DB-työkalun eri toimintoja. Kuvassa 4 näkyy erilaisia projektin tietoja, joita voidaan hallita Electrical DB -työkalulla.



KUVA 3. Electrical DB -työkalun eri toiminnot.

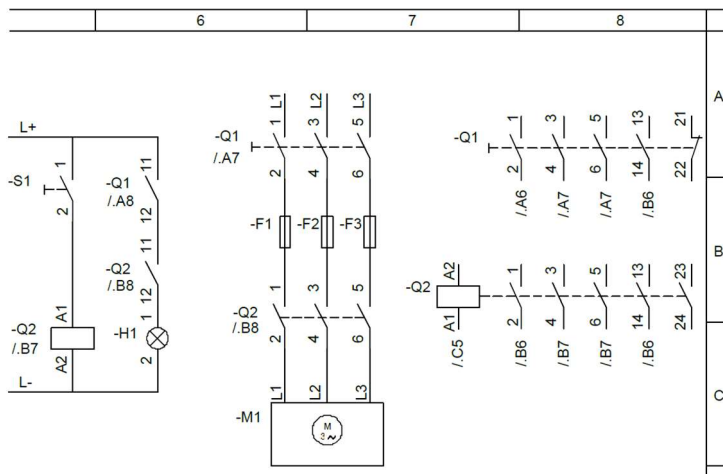


KUVA 4. Electrical DB -työkalun Hallinta-välilehti.

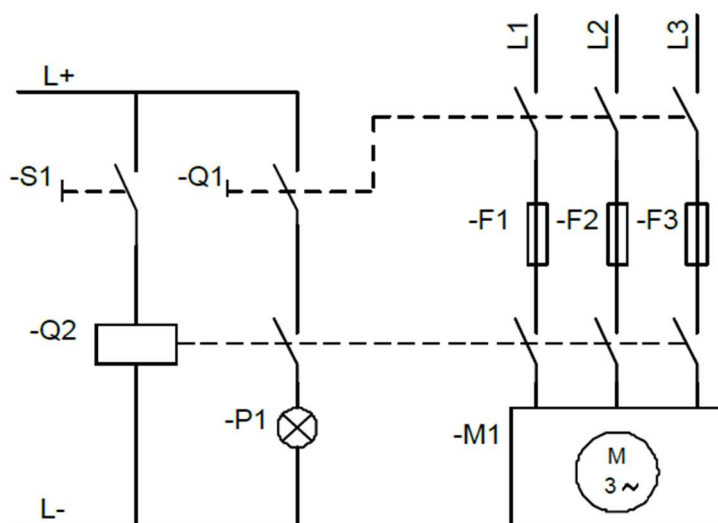
Projektin tietokantaan voidaan tuoda tietoja, kuten laitteita, kaapeleita ja piirejä, Electrical DB-työkalun Tuo-toiminnolla tuontimääritysten mukaisesti. Tietoja voidaan tuoda Excel-, Access- ja XML-tiedostoista. Tuontimääritysten hallinnassa määritetään linkitykset Excel-sarakkeiden ja tietokannan kohdetiedon välille.

4 PIIRIKAAVION PIIRTÄMINEN CADMATICILLA

Piirikaavio on keskuksen sähköisten virtapiirien kaavio, jossa esitetään virtapiirien komponenttien tunnuksot, sijainti, merkintä ja kytkentä. Piirikaavion esittämisessä voidaan käyttää vapaata tai koottua esitystapaa riippuen siitä, halutaanko korostaa prosessin tai signaalin kulkua vai komponenttien toiminnallisia suhteita. Piirikaavion komponenttien yhteys voidaan esittää katkoviivalla tai esittämällä komponentin viitetunnus jokaisen esiintymän luona. Vapaassa esitystavassa (kuva 5) piirrosmerkit asetetaan riviin ja pidetään piirien liitännäviivat suorana. Koottussa esitystavassa (kuva 6) komponentteja edustavat piirrosmerkit ryhmitellään toiminnallisesti yhteen. Koottua esitystapaa tulisi käyttää vain yksinkertaisten piirien esittämiseen. (12, s. 15–57.)



KUVA 5. Piirikaavion vapaa esitystapa (12, s. 58).

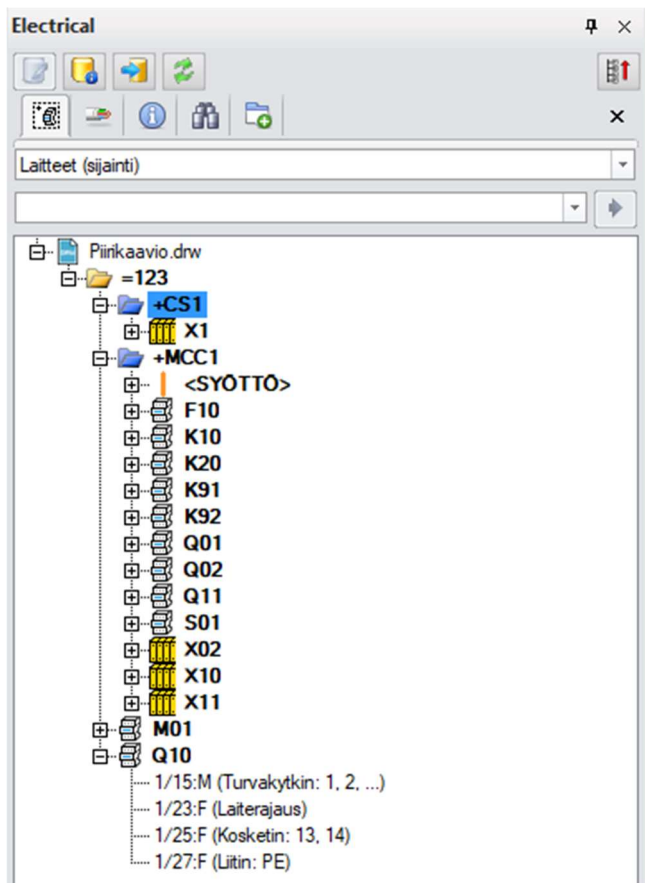


KUVA 6. Piirikaavion koottu esitystapa (12, s. 57).

Huomioitavat asiat pohjakuvan tai moduulin piirtämisessä

Projektin piirikaaviot ovat yleensä toistuvia ja niiden piirtäminen yksitellen on hyvin aikaa vievää. Electricalilla toistuvat piirikaaviot voidaan generoida pohjakuvan tai moduulin mukaiseksi joko tietokannan, Excel-tiedoston tai näiden yhdistelmän pohjalta. Generoinnin yhteydessä voidaan muun muassa lisätä tai muuttaa piirikaaviossa esiintyvien laitteiden tunnuksia ja laitetietoja.

Jotta piirikaavioita voidaan hyödyntää generoinnissa mahdollisimman hyvin ja vältetään kuvan muokkaamiselta generoinnin jälkeen, tulee pohjakuvaa piirtäessä CADMATICilla kiinnittää huomiota tässä luvussa esiintyviin toimintoihin. Piirikaaviota piirtäessä on hyvä pitää esillä Electrical-projektipuu (kuva 7). Projektipuussa näkyy lihavoituna aktiivisen kuvan esiintymät, ja siitä on helppo seurata kaapeleiden johtimien kytkentää, pohjakuvan laitteita ja niiden todellista sijaintia.



KUVA 7. Electrical-projektipuun Laitteet (sijainti) -näkymä.

Kokotunnussysteemi

Electrical käyttää kokotunnussysteemiä laitteiden tunnusten luomiseen, jossa laitteen tunnuksen eteen lisätään sijainti. Kokotunnus on muotoa =kokonaisuus+sähköpositio-laite-alilaite. Uusia laitteita luodessa on hyvä tiedostaa tietokannassa jo olevan laitteen kokotunnus, jotta tietokantaan ei

muodostuisi laitteista kopioita väärällä kokotunnuksella. Kahdella laitteella ei voi olla samaa kokotunnusta.

Kaapelin ja johtimien piirtäminen

Kaapelit ja johtimet tulisi piirtää kuvaan rasteri päällä, jotta johtimien ja kaapeleiden sijoittelu helpottuu ja kytkentätieto siirtyy oikein tietokantaan. Mikäli rasteri ei ole päällä, voidaan kaapeli näennäisesti kytkeä laitteen kytkentäpisteille ilman, että johtimet kytkeytyvät tietokannassa.

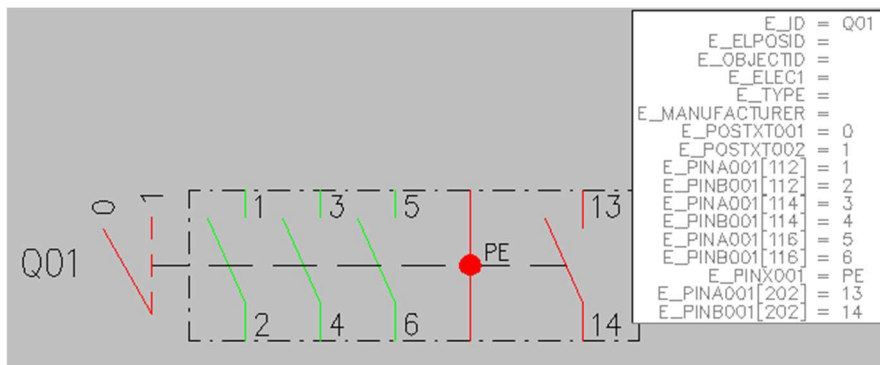
Sijaintirajaukset

Piirikaaviota piirtäessä laitteiden sijainti vaikuttaa laitteen kokotunnukseen. Piirikaaviossa laitteet ovat sijaintirajauksen mukaisissa sijainneissa, mikäli esiintymässä ei näy laitteen kokotunnusta. Piirikaavion piirustus pohja toimii myös sijaintirajauksena. Laitteiden todellista sijaintia voi seurata esimerkiksi Electrical-projektipuusta. Uusia laitteita generoidessa tulee ottaa huomioon kannassa jo olevien laitteiden kokotunnukset.

Electrical-projektipuusta voidaan valitut kuvan laitteet siirtää sijaintiin painamalla sijainnin päältä oikealla hiiren painikkeella ja valitsemalla Siirrä valitut laitteet tähän sijaintiin ja valitsemalla kuvasta laitteet. Jos kuitenkin sijainnista löytyy jo laite samalla tunnuksella, täytyy esiintymä määrittää halutun laitteen esiintymäksi Electrical-projektipuusta tai piirtää laitteelle uusi sijaintirajaus.

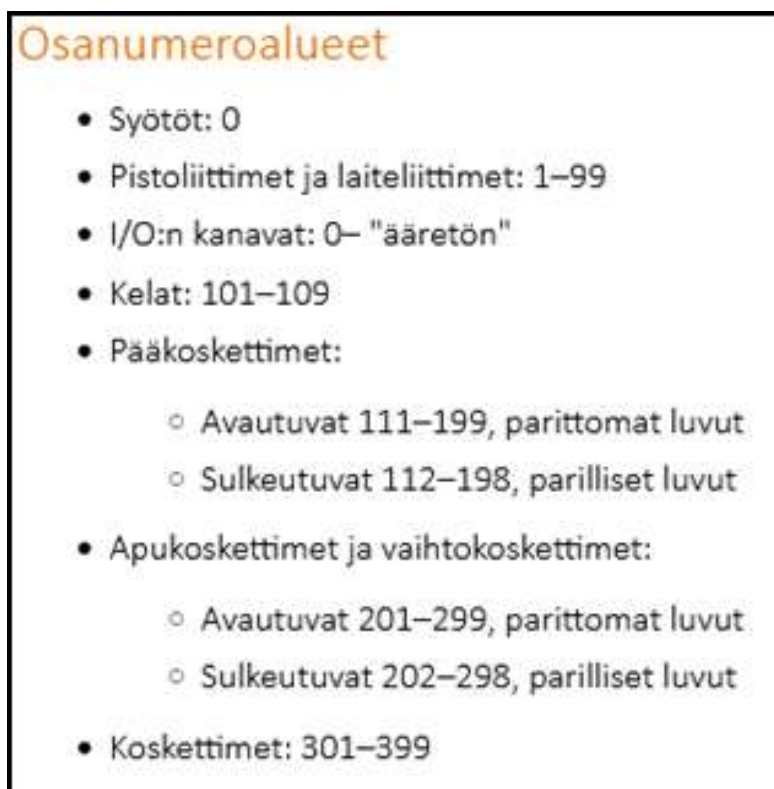
Symbolit ja attribuutit

Electrical-symbolit koostuvat attribuuteista, joille voidaan antaa arvoja. Omia symboleita käyttäessä pitää symboleilla olla tunnusattribuutti E_ID ja, jotta laite näkyy Electrical-projektipuussa ja toimii generoinnissa, tulee attribuutilla olla myös arvo. Symbolien attribuuteille voidaan määrittää näkyvyys Attribuuttien muokkaus -ominaisuudella. Pohjakuva onkin hyvä todeta oikeanlaiseksi myös attribuuttien näkyvyyden ja oikeellisuuden kannalta ennen generointia, jotta vältetään kaikkien pohjakuvasta generoitujen kuvien muokkaamiselta. Kuvassa 8 näkyvät turvakytkin-symbolin attribuutit ja attribuuttien arvot. Symboleille voidaan lisätä attribuutteja Lisää esiintymälle tietoja kuvaan -toiminnolla tai tallentamalla symboli omana symbolina symbolitoiminnolla.



KUVA 8. Turvakytkimen symbolin attribuutit. Symbolin eri pinnien attribuutit on eroteltu toisistaan osanumeroilla.

Laitteen esiintymän johdotuspisteet ja liitinattribuutit muodostavat laitteille pinnejä (kuvassa 8 E_PIN-alkuiset attribuutit). Laitteen pinnien attribuutit ovat nimetty siten, että ylhäällä ovat E_PINA-, alhaalla E_PINB-, vasemmalla E_PINL- ja oikealla E_PINR-alkuiset attribuutit. Jotta saman laitteen eri esiintymien pinnit eivät menisi tahattomasti sekaisin, voidaan attribuuteille lisätä osanumero hakasulkeisiin, esimerkiksi E_PINA001[112]. CADMATIC käyttää omien symbolien pinnien osanumeroinnissa kuvan 9 mukaisia osanumeroalueita. Jos kytkennät rakennetaan tietokantaan ennen generointia, on tärkeä käyttää generoinnissa samoja symboleja, jotta generointi ei luo vahingossa ylimääräisiä pinnejä projektille.



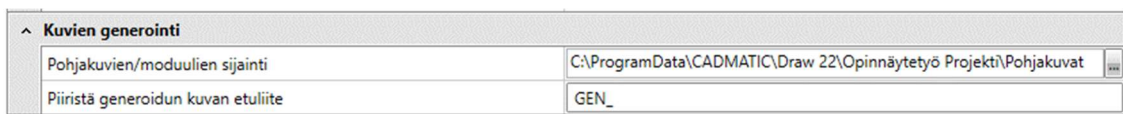
KUVA 9. CADMATICin omien symbolien pinnien osanumeroalueet.

5 CADMATIC GENEROINTI

CADMATICilla on useita eri tapoja tuottaa suuri määrä piirikaavioita massana. Projektin piirikaaviot voidaan generoida tietokantapohjaisesti, Excel-taulukon perusteella tai modulaarisesti käyttäen moduuleja ja moduuliluetteloa. Generointitapa vaikuttaa olennaisesti projektinaikaiseen työjärjestykseen CADMATICilla. CADMATICilla työskennellessä suurin hyöty sovelluksesta saadaan rakentamalla tietokanta, joka mahdollistaa kuvien ja dokumenttien muokkaamisen keskitetysti ja hallitusti projektin objekteille, sekä erilaisten luetteloiden luomisen tietokannan pohjalta. Projektin tietokanta voidaan rakentaa ennen generointia tai generoinnin yhteydessä, riippuen käytettävästä generointityökalusta.

Tässä luvussa kerrotaan pääpiirteittäin, miten kuvia generoidaan eri generointitavoilla. Oman kokemuksen lisäksi lähteenä tässä luvussa on käytetty CADMATICin sisäistä ohjetta. Sisäisen ohjeen voi avata sovelluksen yläpalkista Ohje-valikosta.

Ennen generointia täytyy projektissa käytettäville pohjakuville ja moduuleille määrittää sijainti projektin asetuksista (kuva 10). Generoiduille kuville voidaan myös määrittää etuliite, jotta jatkossa erotetaan generoidut kuvat projektin muista kuvista. Generoitujen kuvien etuliite on vakiona "GEN_".



^ Kuvien generointi	
Pohjakuvien/moduulien sijainti	C:\ProgramData\CADMATIC\Draw 22\Opinnäytetyö Projekt\ Pohjakuvat
Piiristä generoidun kuvan etuliite	GEN_

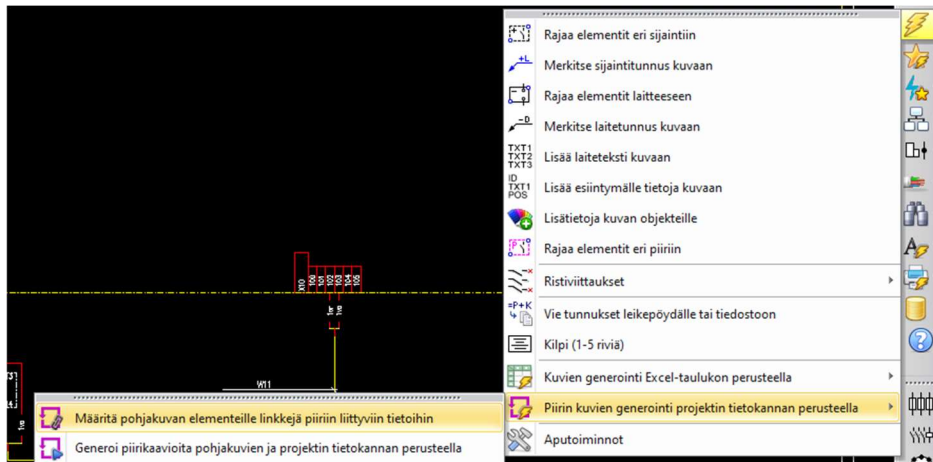
KUVA 10. Projektin asetuksissa määritettävä pohjakuvien tiedostosijainti ja generoitujen kuvien etuliite.

5.1 Tietokantapohjainen generointi

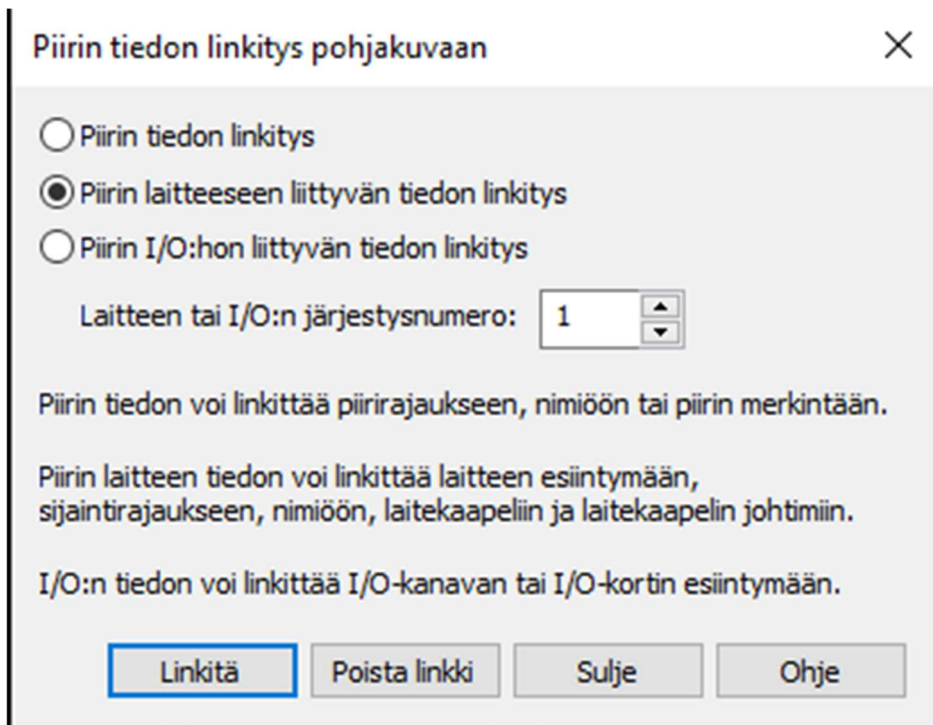
Tietokantapohjainen generointi nimensä mukaisesti generoi piirikaavion liittämällä tietoja tietokannasta pohjakuvaan. Projektin piirien ja laitteiden tiedot voidaan tuoda tietokantaan Excel-taulukon perusteella ennen generointia. Tietokannan ja pohjakuvan välille määritetään linkitykset järjestysnumeroilla, joiden perusteella valmis piirikaavio generoituu. Generoidut piirikaaviot voidaan halutessa liittää projektin tietokantaan, mikä mahdollistaa kuvissa esiintymien muokkaamisen keskitetysti tietokannan puolelta.

Pohjakuvassa tehtävät toimenpiteet

Valmiin pohjakuvan ja tietokannan välille luodaan yhteys käyttämällä järjestysnumeroita laitteilla ja I/O:lla. Pohjakuviin järjestysnumeron lisääminen onnistuu Toiminnot-valikosta kuvan 11 mukaisesta valikkopolusta, josta aukeaa ikkuna (kuva 12) tietojen linkitykseen. Linkitä-painikkeen painamisen jälkeen voidaan sama järjestysnumero antaa useammalle esiintymälle yhtä aikaa. Jotta generointi onnistuu oikein laitteiden osalta, täytyy laitteen kaikille esiintymille antaa järjestysnumero.



Kuva 11. Valikkopolku järjestysnumeroiden määrittämiseen.



Kuva 12. Piirin tiedon linkitys pohjakuvaan.

Piirin tiedon linkitys ei tarvitse järjestysnumeroa ja piirin tieto linkitetään tyypillisesti pohjakuvan nimiöön. Piirinrajauksen linkkaus siirtää pohjakuvan laitteet generoinnin jälkeen generoidun piirin alle. Piirin laitteet ja I/O:t linkitetään pohjakuvaan omilla toiminnoillaan.

Laitteiden linkitys tehdään tyypillisesti suoraan laitteen esiintymälle, mutta laitteen järjestysnumero voidaan myös antaa sijaintirajaukselle tai laitteelta lähteville kaapeleille ja niiden johtimille. Kun sijaintirajaukselle annetaan laitteen järjestysnumero, saa sijaintirajaus tietokannasta laitteen sijainnin tiedot, ja generoinnin jälkeen mahdollisesti tietokannassa olemattomat laitteet siirtyvät kuvan mukaiseen sijaantiin.

Tietokannan puolella tehtävät toimenpiteet

Generointi toimii piirikohtaisesti, joten piirikaavioon linkitettävät komponentit pitää määrittää generoitavan piirin laitteiksi tietokannassa. Generoitaville piireille tulee määrittää yksi tai useampi käytettävä pohjakuva Piirit-välilehdellä (kuva 13) ja piirin laitteille järjestysnumerot Laitteet -välilehdellä (kuva 14) ja piirin I/O:lle I/O-kortit- tai I/O-välilehdellä.

Laitteet	Riviliittimet	I/O-kortit	I/O	Sijainnit	Piirit	Kaapelit	Johtimet	Tuotetiedot	Lisätiedot	Kilvet	Ryhmät	Keskukset	Johtotiet	Dokumentit
Vedä tähän sen sarakkeen otsikko, jonka sisällön mukaan haluat ryhmittää.														
	Piirin koodi	Piirin numero		Asiakkaan piirinimi	Piirin kuvaus		Piirin kuvaus 2		Pohjakuva 1					
		MOOTTORIPIIRI1			MOOTTORIPIIRI1									

Kuva 13. Piirin pohjakuvan määrittäminen tietokannassa.

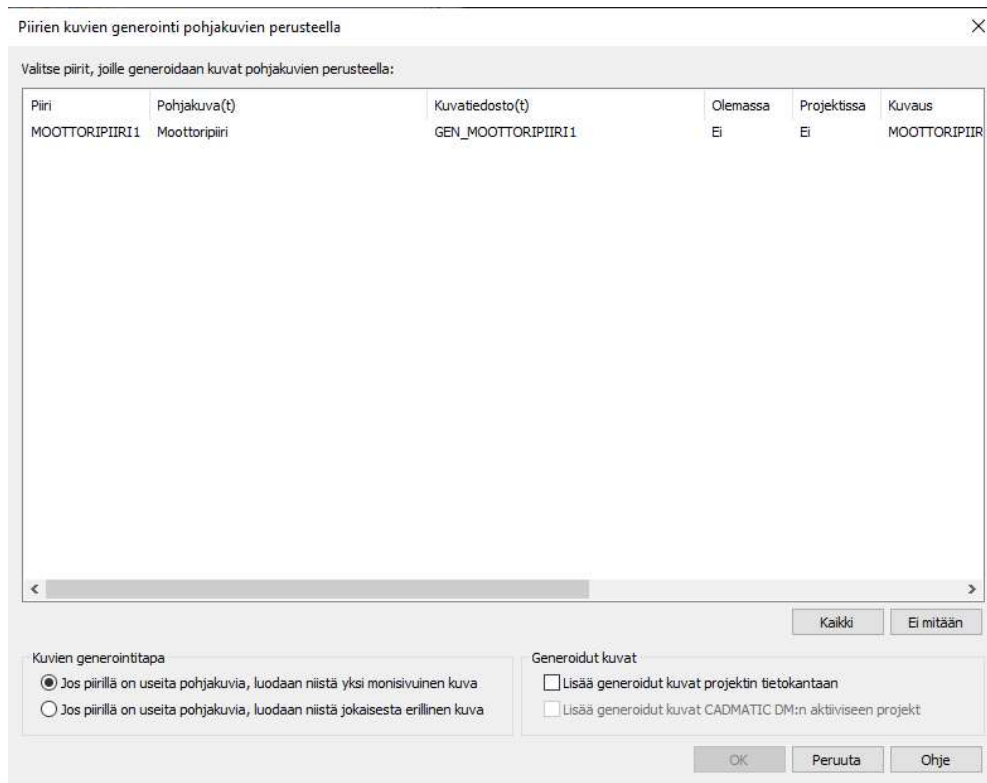
Laitteet	Riviliittimet	I/O-kortit	I/O	Sijainnit	Piirit	Kaapelit	Johtimet	Tuotetiedot	Lisätiedot	Kilvet	Ryhmät	Keskukset	Johtotiet	Dokumentit
Vedä tähän sen sarakkeen otsikko, jonka sisällön mukaan haluat ryhmittää.														
Tunnus	Asiakastunnus	Kokotunnus	Tuotemalli	Laitetyyppi	Järjestys									
M01		+KESKUS-M01		Moottori	3									
Q01		+KESKUS-Q01		Turvakytkin	2									
F01		+KESKUS-F01		Tuntematon	1									

Kuva 14. Piirin laitteiden järjestysnumero tietokannassa.

Generointi

Projektin kuvien generointi aloitetaan aukaisemalla projektin tietokannassa oleva kuva Electrical-sovelluksella ja aukaisemalla Generoi piirikaavioita pohjakuvien ja projektin tietokannan perusteella -dialogi Toiminnot-valikosta (kuva 11). Dialogissa (kuva 15) näkyy listattuna projektin piirit, joille on määritetty pohjakuva. Listassa piirin kohdalla on kerrottuna, onko kyseinen piiri jo olemassa tai

lisättynä projektille. Kuvien generointi onnistuu valitsemalla yksi tai useampi kuva listalta ja painamalla OK. Kuvat voidaan liittää projektin tietokantaan, mutta ensin on hyvä varmistua generoinnin onnistumisesta. Mikäli piirillä on useampi kuin yksi pohjakuva, voidaan dialogin vasemmasta alareunasta valita, tehdäänkö piiristä yksi vai useampi kuva.



Kuva 15. Piirien kuvien generointi pohjakuvien perusteella -dialogi.

5.2 Modulaarinen generointi

Modulaarinen generointi mahdollistaa projektin tai sen osien rakentamisen käyttäen moduuleja ja Excel-moduuliluetteloa. Moduulit ovat kansioita, jotka sisältävät Electrical-projektin. Moduuli voi sisältää kaikkia Electrical-objekteja, joita yleensäkin löytyy kuvasta, tietokannasta tai koko projektista. Moduulin objekteille määritetään tunnus Excel-moduuliluettelon sarakkeiden mukaan ja siinä voidaan lisäksi määrittää objekteille lisätietoja, kuten kaapelipituuksia ja tuotemalleja.

Excel-moduuliluettelo

Moduuliluettelo sisältää tiedot, joilla täytetään moduulien parametrit. Moduuliluettelossa käytettävien parametrien tulee olla Excel-tiedoston ensimmäisellä sivulla ensimmäisen rivin sarakkeissa. Esimerkki moduuliluettelosta on kuvassa 16. Ainoa pakollinen parametri generoinnissa on Moduuli-

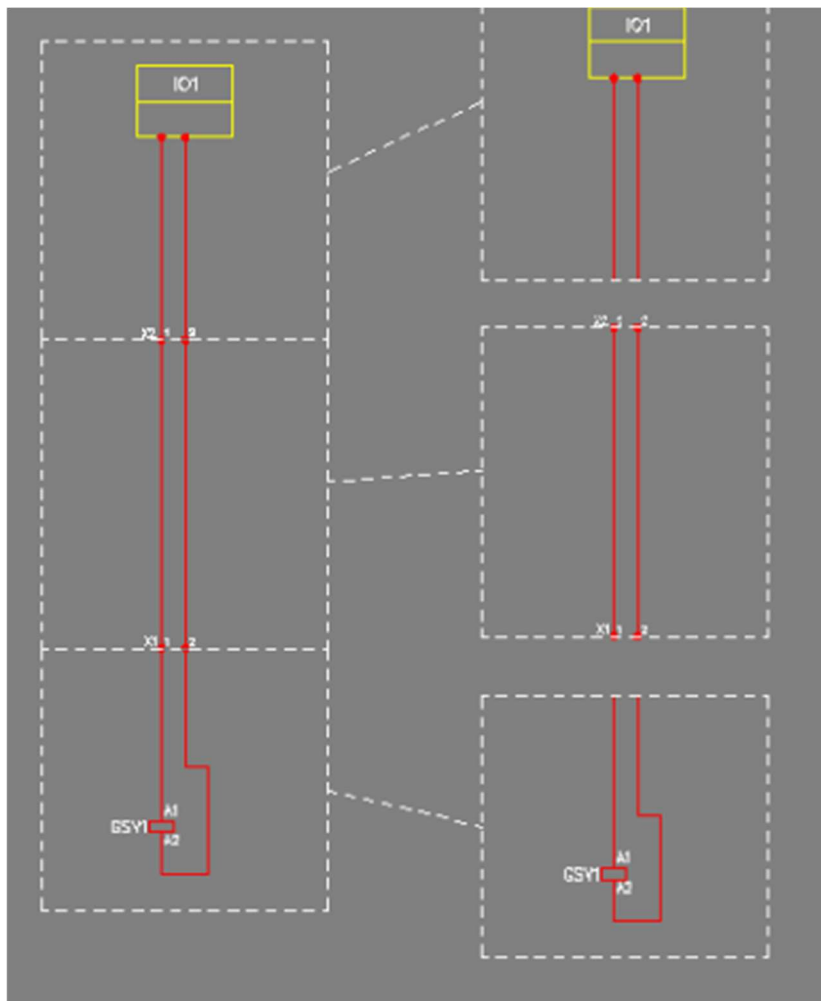
parametri ja muut ovat käyttäjän vapaasti valittavissa, eikä kaikkia parametreja ole pakko linkittää moduuliin. Vakioparametreja käytettäessä näkyvät parametrien arvot myöhemmin generointi-ikkunassa generoitavien moduulien kohdalla. Vakioparametrit löytyvät modulaarisen generoinnin generointi-ikkunasta Vakiosarakkeet-välilehdeltä. Jos kuvat halutaan rakentaa liuska- tai blokkimoduuleista, tulee moduuliluettelossa käyttää parametreja X-siirto, Y-siirto ja Lehti ja parametrin sarakkeessa olla tulee arvo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Rivinumero	Moduuli	Kuvatiedosto	Piirinumero	Nimitys1	Nimitys2	Piirustusnumero	Sähköpositio	MoottoriTeho	MoottoriValmistaja
2	1	Taajuusmuuttaja	MCC1_VFD1.drw	VFD1	SÄILÖALUE	PUMPPU 1	SÄH1234	MCC1	5kW	ABB
3	2							IOCABINET		
4	3									
5	4									
6	1	Taajuusmuuttaja	MCC2_VFD2.drw	VFD1	SÄILÖALUE	PUMPPU 2	SÄH1234	MCC2	5kW	ABB
7	2							IOCABINET		
8	3									
9	4									
10	1	Suoralähtö	MCC3_DOL1.drw	VFD1	VARASTOALUE	KULJETIN 1	SÄH1234	MCC3	7,5kW	ABB
11	2									

KUVA 16 Esimerkki moduuliluettelosta, jossa on moduuleille varattu käyttöön neljä rivinumeroa. Käytettävän moduulin nimen on oltava rivinumerolla 1.

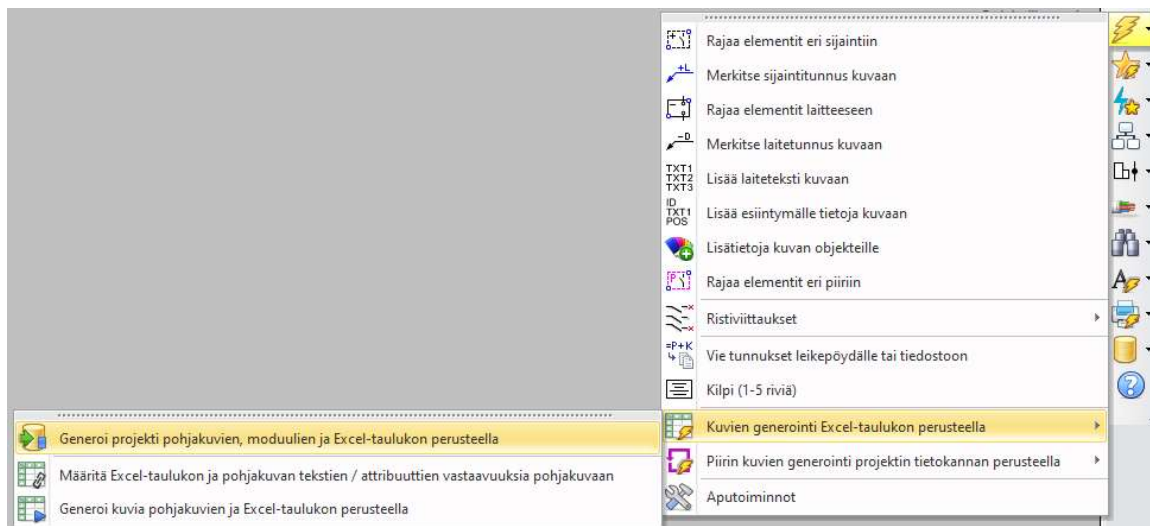
Moduuli

Jokainen moduuli on oma Electrical-projekti, joka on tallennettu omaan projektihakemistoon. Moduuli voi sisältää kuvan, tietokannan tai kokonaisen projektin. Generoinnissa on myös mahdollista käyttää blokki- ja liuskamoduuleja, jotka ovat pienempiä osia kokonaisuudesta ja joita yhdistelemällä voidaan rakentaa suurempi kokonaisuus. Havainnollistava esimerkki liuskamoduulien käytöstä on esitettyä kuvassa 17. X-siirto-, Y-siirto- ja Lehti-parametreillä määritetään jokaisen liuskamoduulin paikka yhdistetyssä kuvassa.



KUVA 17. Kuvassa on katkoviivoin esitettynä kolme eri liuskamoduulia jotka generoinnilla yhdistetään yhdeksi piirikaavioksi.

Parametrien linkitys moduulin attribuuteille tehdään \$\$-linkeillä, esimerkiksi \$Parametri\$ tai \$Parametri[Rivinumero]\$, jos moduuliluettelossa on käytössä Rivinumero-parametri. Rivinumero-parametrin käyttö mahdollistaa useamman rivin käytön parametrille moduuliluettelossa. Parametrien linkitys voidaan tehdä käsin kirjoittamalla tai kuvan 18 mukaisesta Toiminnot-valikkopolusta. Ikkunan auettua määritetään käytettävä moduuliluettelo ja valitaan jokin moduuleista. Sen jälkeen valitaan ikkunan alalaidasta yksi tai useampi solu ja painetaan Aseta pohjakuvaan -painiketta. Useamman parametrin linkityksen yhteydessä ohjelman komentopalkissa näkyy, mitä parametria ollaan linkittämässä. Yhdelle attribuutille voidaan myös linkittää useampi parametri, rakentaa attribuutti tekstistä ja parametrusta, esimerkiksi \$Kaapelitunnus\$-W01.

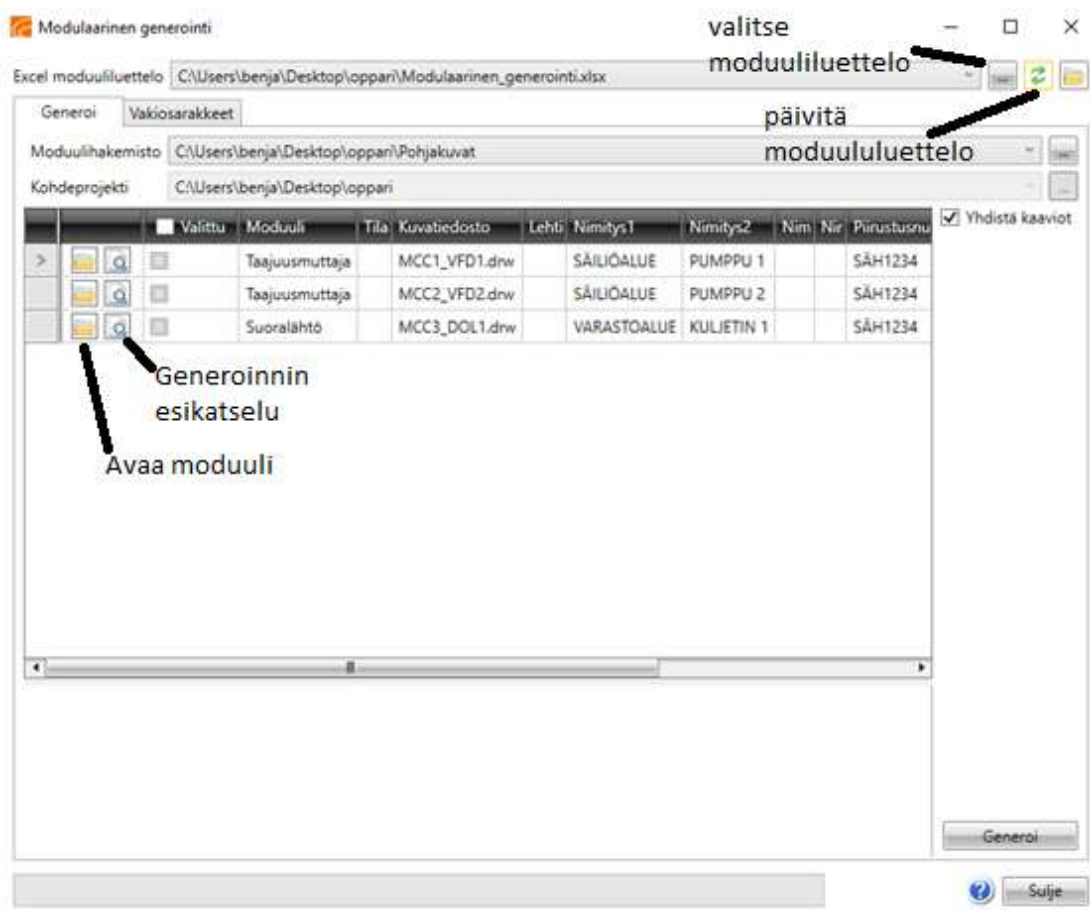


KUVA 18. Valikkopolku modulaariseen generointiin, josta voidaan generoinnin lisäksi linkittää parametrit attribuuteille.

Moduulin tietokannassa on normaalisti käytössä tietokantatoiminnot, mikä mahdollistaa muun muassa kilpien, lisätietojen ja tuotemallien määrittämisen valmiiksi moduulissa. Moduuleja voidaan käyttää myös puhtaasti tietokantamoduuleina, joilla voidaan generoida projektiin esimerkiksi I/O:ta tai sijainteja.

Generointi

Modulaarinen generointi voidaan aloittaa Schematics-valikosta kuvan 18 mukaisesta valikkopolusta tai Electrical DB-työkalun Toiminnot-välilehdeltä. Käynnistäessä toiminto ensimmäistä kertaa projektilla, täytyy generointia varten antaa käytettävä moduuliluettelo. Mikäli generoinnissa ei käytetä projektin pohjakuvien oletushakemistoa, täytyy myös vaihtaa käytettävä moduulihakemisto. Kuvassa 19 on generointi-ikkuna ja painikkeiden toimintoja selitettynä.



KUVA 19. Modulaarinen generointi -ikkuna painikkeiden toimintojen selityksillä.

Generoinnin esikatselun avulla voidaan generoinnin lopputulos tarkistaa ennen lopullista generointia suurimpien virheiden välttämiseksi. Esikatselu aukaisee generoitavan moduulin tietokannan ja generoitavia dokumentteja voidaan tarkastella avaamalla ne Dokumentit-välilehdeltä.

Kuvien generointi tapahtuu valitsemalla generoitavat moduulit generointi-ikkunan Valittu-sarakkeesta. Moduulien yhdistäminen tapahtuu Yhdistä kaaviot -valintaruudusta, jolloin saman nimiset kuvatiedostot yhdistyvät yhdeksi dokumentiksi. Generoinnilla voidaan myös jälkikäteen lisätä kuvatiedostoihin objekteja. Generoidut dokumentit liitetään projektin tietokantaan automaattisesti generoinnin yhteydessä.

5.3 Kuvien generointi Excel-taulukon perusteella

Piirikaavioiden generointi Excel-taulukon perusteella toimii hyvin pitkälti samalla periaatteella kuin modulaarinen generointi. Modulaarisesta generoinnista poiketen Excel-taulukon perusteella gene-

roidessa käytetään pohjakuvia moduulien sijaan. Pohjakuvien käyttäminen moduulien sijaan rajoittaa generoinnin yhteydessä käytettäviä tietokantatoimintoja, kuten tuotemallien ja kilpien määritykset laitteille.

Excel-taulukko

Excel-taulukossa ainoa pakollinen sarake on Pohjakuva-sarake, johon täytetään pohjakuvana käytettävän tiedoston nimi .drw-päätteen kanssa. Mikäli halutaan käyttää rivinumeroita apuna pohjakuvan linkeissä, tulee Excel-tiedostossa olla myös Rivinumero-sarake. Pohjakuvaan linkitettävien sarakkeiden tulee olla Excel-tiedoston ensimmäisellä lehdellä. Kuvassa 20 on yksinkertainen esimerkki generoinnissa käytettävästä Excel-taulukosta ilman Rivinumero-saraketta.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Pohjakuva	Piirustunumero	Kuvaus1	Kuvaus2	Sähköpositio	MoottoriTunnus	TurvakytkinTunnus	
2	Suoralähtö.drw	12345	Suoralähtö	Säiliö 1	MCC1	M01	Q01	
3	Suoralähtö.drw	12345	Suoralähtö	Säiliö 2	MCC2	M02	Q02	
4	Suoralähtö.drw	12345	Suoralähtö	Säiliö 3	MCC3	M03	Q03	
5	Taajuusmuuttaja.drw	12345	Taajuusmuuttaja	Säiliö 4	MCC4	M04	Q04	
6	Taajuusmuuttaja.drw	12345	Taajuusmuuttaja	Säiliö 5	MCC5	M05	Q05	
7	Taajuusmuuttaja.drw	12345	Taajuusmuuttaja	Säiliö 6	MCC6	M06	Q06	
8								

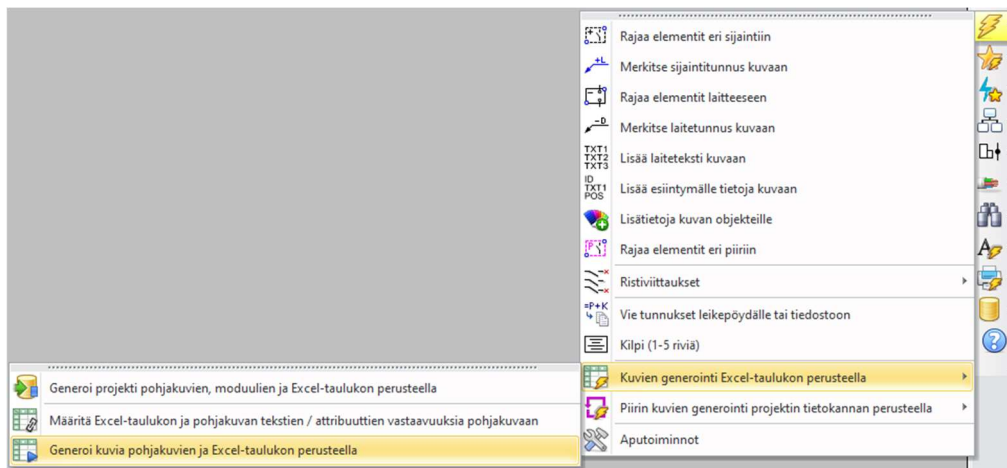
KUVA 20. Esimerkki Excel-taulukosta piirien generointiin.

Pohjakuva

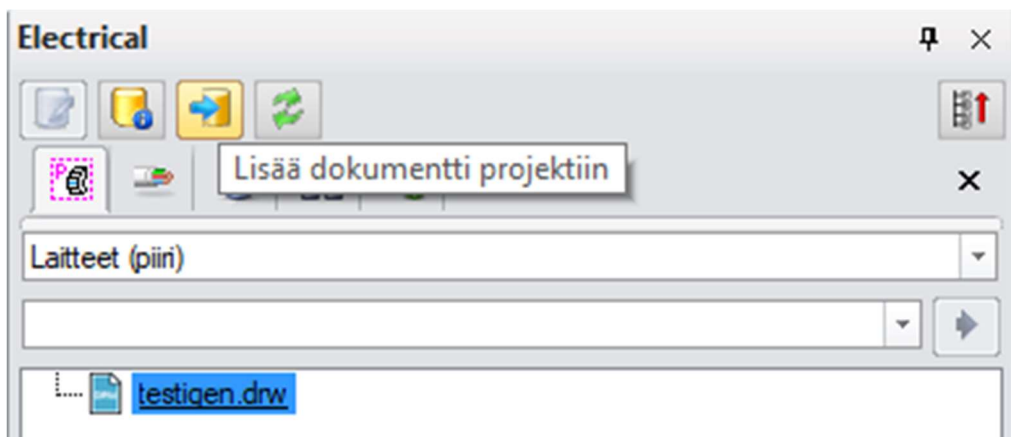
Generoinnissa käytettävä pohjakuva voi olla myös samanlainen kuin modulaarisessa generoinnissa käytetty, mutta tietokannan puute pohjakuvassa luo joitain rajoitteita toiminnoille. Pohjakuvaa käyttäessä laitteet täytyy määrittää piirin laitteiksi pohjakuvassa Electrical-projektipuusta, piirinrajoituksella tai Muokkaa laitetta...-valikosta. Excel-taulukon sarakkeiden linkkaus pohjakuvaan tehdään samalla tavalla kuin modulaarisessa generoinnissa.

Generointi

Kuvien generointi aloitetaan kuvan 21 mukaisesta valikkopolusta, josta aukeaa ikkuna generoinnissa käytettävän Excel-taulukon valintaan. Jos Excel-taulukossa ei ole saraketta kuvatiedostolle, annetaan kuvatiedoston nimi ja sijainti seuraavaksi. Generoinnin jälkeen kuva voidaan tuoda projektin tietokantaan avaamalla kuva ja painamalla Electrical-ikkunasta Lisää dokumentti projektiin-painiketta (kuva 22).



KUVA 21. Valikkopolku kuvien generointiin pohjakuvien ja Excel-taulukon perusteella.



KUVA 22. Aktiivisen dokumentin lisääminen projektin dokumentiksi. Jos dokumentti ei vielä ole projektihakemistossa luodaan samalla uusi projekti.

5.4 Kuvien kopiointi

Vaihtoehtoinen tapa piirikaavioiden luontiin on kopioida mahdollisimman samanlainen piirikaavio projektihakemistossa tai dokumentin lehtien hallinnassa. Kopioinnin jälkeen kuvaan voidaan vaihtaa tunnukset joko käsin tai Draw-sovelluksen Etsi/korvaa-toiminnolla. Mikäli kopioidaan kuva projektihakemistossa, tulee se lisätä erikseen projektin dokumentiksi tietokannan yhdistämiseksi.

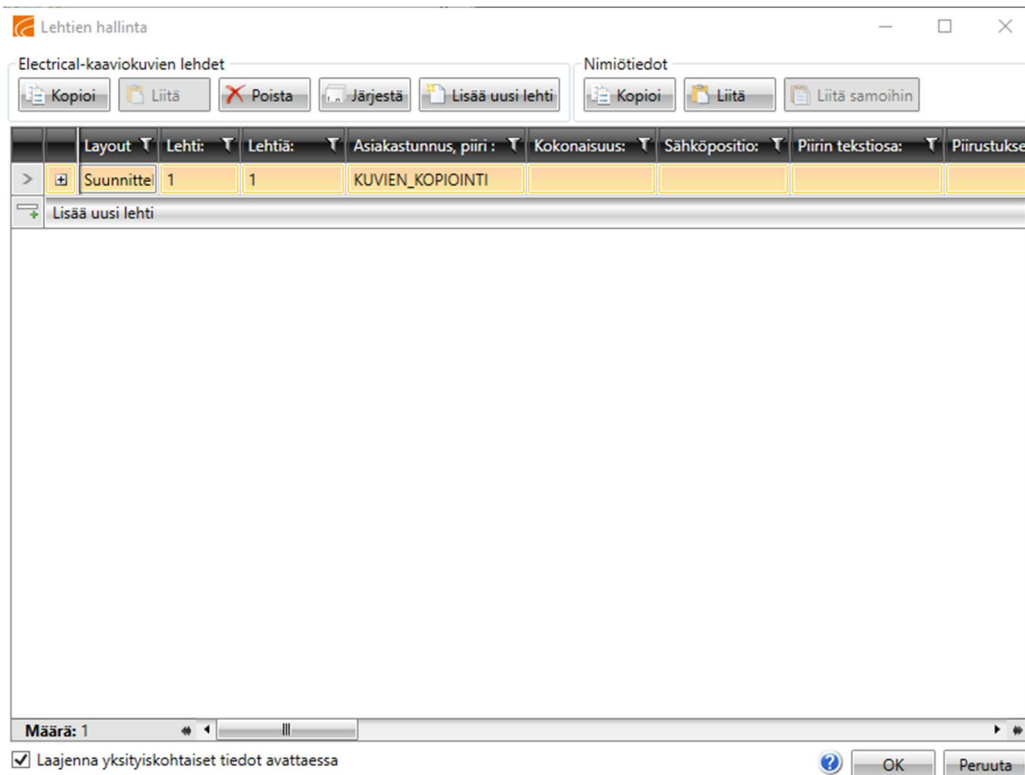
Dokumentin kopiointi

Valmiista projektin piirikaaviosta voidaan tehdä kopio projektihakemistossa. Kopioitua kuvaa ei automaattisesti liitetä projektin dokumentiksi, mikä mahdollistaa kuvan objektien tunnuksien muok-

kaamisen ennen projektiin liittämistä. Kuvan tunnukset voidaan muuttaa joko käsin Electrical-projektipuusta tai Etsi/korvaa-toiminnolla. Kun tarvittavat tunnukset ja tiedot on muutettu kuvaan, voidaan kuva liittää projektin dokumentiksi kuvan 22 painikkeesta.

Lehtien kopiointi

Piirikaavioita voidaan tuottaa dokumentin sisällä lehtiä kopioimalla Lehtien hallinta... -painikkeesta Schematicsin Kaaviokuvien/lehtien käsittely -valikosta. Lehtien hallinta -ikkunassa (kuva 23) näkyvät dokumentin lehdet tietoineen sivujärjestyksessä. Lehtien kopiointi onnistuu valitsemalla yksi tai useampi lehti, painamalla kopioi-painiketta ja liitä-painiketta. Liitä-painiketta painaessa aukeaa ikkuna, jossa voidaan muuttaa kopioitujen objektien attribuutteja, kuten nimiötietoja, sijaintirajauksia, piiritietoja ja laitetunnuksia (kuva 24). Etsi ja korvaa... -toiminnolla voidaan vaihtaa esimerkiksi piiritunnukset kaikille esiintymille kerralla. Ikkunan oikeassa reunassa näkyvät valitun objektin attributit, joita voidaan yksitellen muokata. Laitteille, joilla on useampi esiintymä, kuten riviliitinrimoilla ja kaapeleilla, voidaan tunnus vaihtaa kaikille esiintymille painamalla Korvaa tunnus kaikkiin -painiketta ensimmäisen attribuutin muokkauksen yhteydessä. Kopioinnin jälkeen dokumentissa tehdyt muokkaukset lisätään tietokantaan dokumentin tallentamisen yhteydessä.



Kuva 23. Lehtien hallinta -ikkunassa voidaan muokata dokumentin eri lehtien nimiöiden tietoja tai kopioida ja poistaa olemassa olevia lehtiä.

Muuta halutut kopioitujen objektien attribuutit

Muokkaa kopioitujen objektien attribuutteja. Jos muutat tunnuksia, syntyy objekteista uusia laitteita, kaapeleita yms. Jos tunnuksia ei muuteta, tulee kuvaan samojen laitteiden, kaapeleiden yms. toisia esiintymiä.

Tyyppi	Tunnus				
Kaavionimi					
Sijaintirajaus		04.03			1
Sijaintirajaus		FIELD			
Etukoje	F03				
Moottori	M03				
Turvakytkin	Q03				
Liitin	X1	L1			2
Liitin	X1	L2			2
Liitin	X1	L3			2
Liitin	X1	PE			2
Riviliitinrima	X10	100			
Liitin	X10	100	0	0	100
Liitin	X10	101	0	0	100
Liitin	X10	102	0	0	100
Liitin	X10	103	0	0	100
Liitin	X10	104	0	0	100
Liitin	X10	105	0	0	100

Etsi ja korvaa...

Korvaa tunnusten alkunumerot...

☒ Kopioi objektin tiedot

Asetukset...

Katsele kuvaa...

OK Ohita Ohje

Muokkaa

Korvaa tunnus kaikkien

Hyväksy

Pirustuksen nimiys 1:

Pirustuksen nimiys 2:

Pirustuksen nimiys 3:

Kohteen nimi 1:

Kohteen nimi 2:

Kohteen nimi 3:

Projektinnumero:

Pirustusnumero:

Asiakkaan pirustusnumero:

Lehti:

Lehtiä:

Status:

Revisio:

Päiväys:

Piirtäjä:

Suunnittelija:

Tarkastaja:

8.2.2023

Kuva 24. Muuta halutut kopioitujen objektien attribuutit -ikkuna, jossa voidaan kopioinnin yhteydessä muuttaa kopioitavien objektien esiintymien attribuutit.

Huomioitavaa

Lehtiä ja dokumentteja kopioidessa täytyy kuvan esiintymien oikeellisuudesta varmistua ennen kuvan liittämistä projektin tietokantaan. Vaikka projektin laitteella onkin yksilöllinen kokotunnus, voi esimerkiksi riviliitinrima riviliittimien kopioinnin yhteydessä ilmestyä uusina riviliittiminä saman riviliitinriman alle. Kopioinnin jälkeen onkin hyvä tarkistaa kopioidut objektit Electrical-projektipuusta.

6 GENEROINTITAPOJEN VERTAILU

Generointitapoja on hyvin vaikea vertailla suoraan toisiinsa, sillä ominaisuudet eroavat hyvin paljon toisistaan. On myös huomioitava projektin lähtötiedot projektin generointitapaa valittaessa. Tässä luvussa käydään läpi opinnäytetyön ja aikaisemman käytön yhteydessä generointitapojen hyviä ja huonoja puolia sähköpiirikaavioiden generoinnissa.

6.1 Tietokantapohjainen generointi

Tietokantapohjaista generointia käyttäessä tietokanta rakennetaan ennen dokumenttien generointia, mikä voi helpottaa kokonaisuuden hahmottamista, mutta muutaman piirikaavion generoinnissa tietokannan rakentaminen ennen generointia lisää yhden askeleen muuten pieneen työhön. Suuren tietokannan rakentamisessa voi kuitenkin helposti jäädä jonkin pienemmän kokonaisuuden osia huomioimatta. Uusien kuvien generointi tuo myös projektille pohjakuvassa esiintyvät objektit, jotka saattavat sekoittaa suuren projektin tietokantaa huomaamatta. Tietokantapohjainen generointi soveltuu hyvin suurelle määrälle piirejä, joiden piirikaaviot ovat yksinkertaisia.

Tietokantapohjaisen generoinnin suurin heikkous liittyi johtimien kytkennän generoimiseen. Kaapeleiden johtimet saatiin kytkettyä satunnaisesti linkittämällä lähtevän laitteen järjestysnumero myös kaapelille ja sen johtimille. Lisää vaikeuksia oli tilanteissa, joissa yhdeltä laitteelta lähtee useampi kaapeli. Tietokantapohjaista generointia käyttäessä johtimet tulisi tehdä toisessa kuvassa tai tietokannassa.

Tietokantapohjaista generointia käyttäessä lopullisen piirikaavion näkee vasta, kun generoitu piirikaavio on tietokannassa. Esimerkiksi esiintymille kuvaan lisätyt tiedot päivittyvät vasta, kun kuva tuodaan tietokantaan.

6.2 Modulaarinen generointi

Modulaarista generointia käyttäessä käyttäjä voi hahmottaa generoidun kokonaisuuden moduulista suoraan. Etenkin sähköpiirikaavioita, joissa yhdellä piirillä on monta komponenttia, generoidessa

moduuliin generoitavat tiedot ovat helposti hallittavissa moduuliluettelossa riveittäin. Moduuliluettelon rakentaminen Excelin ominaisuuksia hyödyntäen vähentää käyttäjän tekemiä virheitä.

Modulaarista generointia käyttäessä tietokanta voidaan rakentaa kokonaan moduulien pohjalta, mikä mahdollistaa erilaisten pienempien kokonaisuuksien esikatselun kerrallaan. Generoinnin esikatselussa voidaan varmistua jo ennen generointia esimerkiksi kaapeleiden mistä/mihin-tietojen ja johtimien kytkimien oikeellisuus ja toiminnallisuus. Moduulissa ja moduuliluettelossa voidaan myös minimoida tietokannassa jälkeempään tehtävä työ, kuten kilpien määrittäminen ja tuotemallien tai lisätietojen määrittäminen laitteille.

Modulaarisen generoinnin yksi vahva ominaisuus on blokki/liuska -generointi, joka on hyödyllinen, vaikka muuten ei kuvien tuottamisessa käyttäisi modulaarista generointia. Blokki/liuska -generoinnilla voidaan lisätä Electrical-objekteja jo olemassa olevaan kuvaan. Tietokantapohjainen generointi mahdollistaa useamman pohjakuvan yhdistämisen samaan dokumenttiin, mutta modulaarinen generointi mahdollistaa hyvin erilaisten piirikaavioiden tuottamisen vähäisellä määrällä moduuleja.

6.3 Kuvien generointi Excel-taulukon perusteella

Kaikki Excel-taulukon perusteella generoinnin toiminnot sisältyvät myös modulaariseen generointiin. Generoinnissa käytettäviä pohjakuvia voidaan käyttää suoraan modulaarisessa generoinnissa luomalla jokaisesta oma moduuli. Excel-taulukko on myös hyvin yksinkertaisesti muutettavissa moduuliluetteloksi.

6.4 Kuvien kopiointi

Kuvien tai lehtien kopiointi suuren massan tuottamisessa ei ole tehokasta, sillä kopiointiin tarvitaan joka tapauksessa valmis piirikaavio pohjaksi. Kuitenkin muutaman puuttuvan piirikaavion tuottamiseen kopiointi voi olla oikea vaihtoehto, sillä kopiointia varten ei tarvitse päivittää moduuliluetteloa eikä luoda piiriä ja laitteita projektin tietokantaan. Kuvien kopioinnissa tulee kuitenkin olla tarkkana, että uuden piirikaavion objektit eivät ole vain esiintymiä toisen piirin laitteista.

7 YHTEENVETO

Piirikaavioiden generointi mahdollistaa suuren massan tuottamisen vaivattomasti ja automaattisesti vähentää käyttäjän tekemiä virheitä ja säästää aikaa. Vertaillessa erilaisia tapoja tuottaa piirikaavioita tulee ottaa huomioon säästettävä aika, lopputulos ja käyttäjäystävällisyys. Vertailussa täytyy myös ottaa huomioon, että ei ole olemassa yhtä ja ainutta oikeaa tapaa piirikaavioiden tuottamiseen ja suunnittelijan on käytettävää omaa harkintakykyä, jotta saadaan projektin kannalta paras lopputulos.

Generointitapoja vertaillessa todettiin, että modulaarinen generointi on toiminnoiltaan hyvin paljon monipuolisempi muihin generointityökaluihin verrattuna ja täten palvelee yrityksen tarpeita parhaiten sähköpiirikaavioita tuottaessa. Vaikka modulaarinen generointi sisältää paljon toimintoja, voidaan sillä myös hyvin yksinkertaisia moduuleja ja moduuliluetteloa käyttämällä saada valmiita piirikaavioita vaivattomasti. Pitämällä generoinnissa käytettävä moduuliluettelo yksinkertaisena on myös generointi helppo ottaa käyttöön verrattuna muihin generointitapoihin. Generoinnin yhteydessä käytettäviä ominaisuuksia voidaan ottaa käyttöön asteittain käyttäjän oman tarpeen ja osaamisen mukaan.

Tietokantapohjaisen generoinnin epäluotettavuus johtimien kytkentöjen generoinnissa osoittautui ratkaisevaksi tekijäksi työkalun valinnan kannalta. Tietokantapohjainen generointi ja sen tietokantapohjainen lähestymistapa soveltuu paremmin instrumentoinnin piirikaavioiden generointiin, jotka ovat suhteellisen yksinkertaisia.

Piirikaavioiden massageneroinnissa on kuitenkin huomioitava, että generoitu lopputulos ei voi olla tarkempi kuin generoinnissa käytettävä pohjakuva tai moduuli. Käyttämällä CADMATICin omia toimintoja piirikaavioita piirtäessä saavutetaan paras lopputulos generointitavasta riippumatta. Projektin tietokantaa tai moduuliluetteloa rakentaessa pohjakuvan tai moduulin piirtämisen lisäksi suuri osa työstä tehdään Excelissä, joten Excelin ominaisuuksien hyödyntäminen nopeuttaa projektin läpikulkua huomattavasti.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää sähköpiirikaavioiden generointia nopeampaan ja luotettavampaan suuntaan. Opinnäytetyön alussa pyrittiin automatisoimaan generointiprosessia lähtötietojen perusteella, mutta myöhemmin todettiin, että on tärkeämpi tehdä generoinnista helposti ymmärrettävä, mutta silti tehokas tapa tuottaa piirikaavioita. Lopuksi todettiin, että parhaiten toimeksiantajaa sähköpiirikaavioiden generoinnissa palvelee modulaarinen generointi.

Aikaisemmissa projekteissa generoinnin yhteydessä ilmenneet ongelmat saatiin korjattua opinnäytetyön aikana ja generointi saadaan jatkossa tehtyä tehokkaammin myös aikaisemmin käytetyllä tietokantapohjaisella generoinnilla. Opinnäytetyön aikana ei käytetty modulaarista generointia projektin yhteydessä ja jatkossa työkalun kehittäminen varmasti jatkuu suunnittelijoiden osaamisen ja moduulikirjaston kasvaessa.

Opinnäytetyö oli mielestäni erittäin kiinnostava ja sen tekeminen palkitsevaa, sillä opinnäytetyön aikana esille tulleet ominaisuudet tulevat varmasti myös muiden suunnittelijoiden käyttöön. Opinnäytetyötä tehdessäni opin paljon eri ominaisuuksia CADMATICista ja Excelistä. Työn aikana käytin paljon aikaa pelkkään kokeiluun, sillä CADMATICin omat ohjeet ovat erittäin suppeat. CADMATIC on kuitenkin alkanut panostamaan käyttäjien opastamiseen muun muassa webinaarien muodossa, jotka löytyvät CADMATICin omilta sivuilta ja YouTube-kanavalta.

Opinnäytetyö ei sisältänyt varsinaisten moduuliluetteloiden, moduulien tai työohjeiden tuottamista ja työkalu siirtyy yrityksen CADMATIC-pääkäyttäjän kehitettäväksi. Opinnäytetyössä tehdyistä vertailuista ja havainnoista kuitenkin saadaan välitöntä hyötyä yrityksen sisällä.

LÄHTEET

1. Insta Group Oy 2023. Instan tarina. Hakupäivä 31.3.2023. <https://www.insta.fi/instan-tarina>.
2. Insta Group Oy 2023. Tietoa meistä. Hakupäivä 31.3.2023. <https://www.insta.fi/tietoa-meista>.
3. Insta Group Oy 2023. Yhteystiedot – toimipisteet. Hakupäivä 31.3.2023. <https://www.insta.fi/yhteystiedot-toimipisteet>.
4. Insta Group Oy 2023. Automaatio ja sähköistys. Hakupäivä 31.3.2023. <https://www.insta.fi/palvelut/automaatio-ja-sahkoistys>.
5. CADMATIC 2023. Yritys. Hakupäivä 31.3.2023. <https://www.cadmatic.com/fi/yritys/>.
6. CADMATIC Oy 2023. CADMATICille 28,3 miljoonan euron liikevaihto – yhtiö aikoo palkata 100 uutta työntekijää vuonna 2022. Hakupäivä 31.3.2023. <https://www.cadmatic.com/fi/ajankohtaista/uutiset/cadmaticille-28-miljoonan-euron-liikevaihto-yhtio-aikoo-palkata-100-uutta-tyontekijaa-vuonna-2022/>.
7. CADMATIC Oy 2023. CADMATIC Draw ohje. Ohjelman sisäinen ohje. Hakupäivä 31.3.2023.
8. CADMATIC Oy 2023. CADMATIC Electrical ohje. Ohjelman sisäinen ohje. Hakupäivä 31.3.2023.
9. CADMATIC Oy 2023. CADMATIC Electrical. Hakupäivä 31.3.2023. <https://www.cadmatic.com/fi/construction/ohjelmistoratkaisut/cadmatic-electrical/>.
10. CADMATIC Oy 2023. CADMATIC Electrical: Schematics ohje. Ohjelman sisäinen ohje. Hakupäivä 31.3.2023.
11. CADMATIC Oy 2023. CADMATIC Electrical DB ohje. Ohjelman sisäinen ohje. Hakupäivä 31.3.2023.
12. SFS-EN 6182-1 2015. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: säännöt. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 31.3.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/6/375039.html.stx>. Vaatii lisenssin.