



CADMATIC-projektin läpivientiohje

Opinnäytetyö

Lauri Lahtinen

Opinnäytetyö

Tammikuu 2022

Tekniikan ala

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Lahtinen Lauri

CADMATIC-projektin läpivientiohje

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tammikuu 2022, 30 sivua.

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: Suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: Kyllä

Tiivistelmä

Jyväskylässä toimivalla PCS-Engineeringillä havaittiin tarve laatia ohje CADMATIC-ohjelmistolla tehtävien projektien läpiviennille, sillä haluttiin luoda yhtenevä toimintamalli työvaiheiden suorittamiselle. Sen lisäksi todettiin, että ohje on myös hyvä keino avata käyttäjille projektin tekemisessä vaadittavat ohjelmiston ominaisuudet. Tarkoituksena oli kehittää käyttöopas helpottamaan uusien käyttäjien perehtymisprosessia sekä tehostamaan kokeneempien käyttäjien projektidokumentointia.

Tehtävä aloitettiin tekemäni suunnitteluprojektin yhteydessä selvittämällä, miten halutut työvaiheet CADMATICillä suoritetaan sekä mitkä kaikki vaiheet sillä voidaan toteuttaa. Tietoperusta kasattiin standardeista, verkkojulkaisuista sekä aikaisemmin tehdyistä tutkimuksista. Kehittämistutkimukselle ominaisia tunnusmerkkejä ilmeni, kun liitettiin yhteen tulokset tietoperustan analysoinnista sekä sen myötä valmistuneet kehitysmahdollisuudet ja varsinainen tuotos. Tutkimuksen aikana oltiin yhteistyössä PCS-Engineeringin sähkö- ja automaatioinsinöörien sekä CADMATICin kanssa. Yhteistyötä tehtiin myös tiiviisti Vaissi Oy:n kanssa, jolle ohjeistuksessa apuna käyttämäni projekti myös tehtiin.

Käytännön toteutus ohjeesta aloitettiin tutustumalla CADMATIC Electricalin toimintoihin, jonka aikana selvitettiin, miten tietokantaprojekti luodaan ja mitä ominaisuuksia piirikaaviodokumenttien luomiseen löytyy. Sen lisäksi tutustuttiin piirikaaviogenerointiin ja siihen liittyviin toimenpiteisiin. Generoinnista suoritettiin useita testejä, joiden avulla päästiin paremmin selville sen toiminnasta. Onnistuneiden generointien myötä päästiin luomaan asiakkaalle tuotettavia piirikaavioita. Piirikaaviotoimintojen lisäksi selvitettiin, miten tietokannasta voidaan viedä dataa ja esittää sitä Excel-taulukoissa. Analysoimme yhdessä toimeksiantajan kanssa selville tulleet työvaiheet ja tuloksena syntyi kattava tuotos, jolla käyttäjän on mahdollista saattaa projekti alusta loppuun.

Toimeksiantaja sai haltuunsa käyttöoppaan, jonka tarkoituksena oli ratkaista esitetyt ongelmat. Tutkimuksen aikana ei suoraan voida sanoa lyhentäväkö se perehtymisprosessia tai tehostaako se suunnittelutyötä, sillä sitä ei vielä kokeiltu käytännön tilanteessa. Ohje on kuitenkin helposti päivitettävissä puutteiden tai ohjelmiston versiomuutosten myötä, joten sen käytöstä tulee varmasti olemaan hyötyä.

Avainsanat (asiasanat)

Sähkösuunnittelu, dokumentointi, piirikaavio, generointi, CADMATIC

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Lahtinen Lauri

Implementation instruction for the CADMATIC project

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, January 2022, 30 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Electrical and automation Technology. Bachelors's Thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

PCS-Engineering Oy, operating in Jyväskylä, detected a need to draft a guide with congruent operating models for each step in final completion of projects based on CADMATIC software solutions. Additionally, the guide could be used to familiarize the users with the software features relevant to each project. In short, the aim was to simplify the orientation of new users as well as improve the efficiency project documentation of more experienced users.

Firstly, a planning project was conducted to find out what the relevant steps of operation are, how they are carried out on the CADMATIC software, and which steps it can be used for. The background for the project was gathered using industry standards, web-based publications and previous studies. Typical characteristics of development research arose when the results for database analysis, the discovered possibilities for improvement, and the final product were examined in conjunction. Collaboration with PCS-Engineering's electrical and automation engineers as well as CADMATIC was used as a resource during the study. There was also a close collaboration with Vaissi Oy, to whom the project used for the guide was also made for.

The practical implementation of the guide was started by an introduction to CADMATIC Electrical's functions, during which it was explained how a database project is created and which features can be used for creating circuit diagram documents. Circuit diagram generation and the operations associated with it were also made familiar. The generation's functionality was checked by carrying out several tests. Through the successful generations in the tests circuit diagrams could be produced for customers. Additionally, the means for exporting data to Excel spreadsheets from the database were identified. Each step of the operation was analyzed in collaboration with commissioner. As a result, a comprehensive product that allows the user to carry out the projects from start to finish was produced.

The commissioner got a guide which aimed to solve the problems presented. As the guide has not been used in practice yet, it cannot be confirmed whether the manual will reduce the time new user orientation takes, or if it makes the design-usage more efficient. However, if are any flaws or new software updates, the manual can be easily updated. Therefore, the benefits and the usability of the guide can be improved over time.

Keywords/tags (subjects)

Electrical wiring design, documentation, circuit diagram, generation, CADMATIC

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

1	Johdanto	3
2	PCS-Engineering Oy.....	4
3	Sähkötekniinen dokumentointi ja piirikaaviot.....	4
3.1	Standardit ja säädökset sähköteknisestä dokumentoinnista	4
3.2	Piirikaaviot.....	5
3.3	Piirrosmerkit.....	8
4	CADMATIC.....	9
4.1	CADMATIC historia	9
4.2	CADMATICin piirikaaviogenerointi.....	10
5	Piirikaaviosuunnittelu	10
5.1	Piirikaavioiden laajuuden kartoitus.....	11
5.2	Pohjakuvat.....	11
6	Piirikaaviogenerointi.....	14
6.1	Generoinnin valmistelu	14
6.2	Generointi	18
6.3	Tuotemallit	20
6.4	I/O-tuonti.....	21
7	Luettelot.....	24
8	Ohjeistus	25
9	Pohdinta.....	26
	Lähteet	29

Kuviot

Kuvio 1.	Koottu esitystapa.	6
Kuvio 2.	Vapaa esitystapa.	7
Kuvio 3.	Viitetaulukko esimerkki.....	8
Kuvio 4.	Pohjakuva DI-kortista.	12
Kuvio 5.	Valmis kuva DI-kortista.	13
Kuvio 6.	Pohjakuvat-kansio	14
Kuvio 7.	Projektin asetukset.....	15
Kuvio 8.	Pohjakuvien sijainti ja etuliite.	15
Kuvio 9.	Generointitaulukko.	16
Kuvio 10.	Välireleen esitys.	17

Kuvio 11. Kanavien yksilöinti.....	18
Kuvio 12. Uuden kuvan luonti.....	18
Kuvio 13. Generoi kuvia pohjakuvien ja Excel-taulukon perusteella.....	19
Kuvio 14. Projektin tuotemallit ja positiot.	20
Kuvio 15. Luodut tuotemallit.	21
Kuvio 16. Tuontitaulukko.	22
Kuvio 17. Tuontimäärittelyjen hallinta.	22
Kuvio 18. Tuontimäärittelyjen muokkaus.....	23
Kuvio 19. Esimerkki I/O-tuonnin lopputuloksesta.	23
Kuvio 20. DB-luettelot.....	24
Kuvio 21. Projektipuu.....	25
Kuvio 22. Ohjeen sisällysluettelo.	26

1 Johdanto

Sähkötekniiseen dokumentointiin on olemassa useita työkaluja, joista jokaisella on omat ominaisuutensa. Oli käytössä mikä tahansa työkalu, on selvää, että suunnittelijan on omaksuttava sen ominaisuudet, jotta työskentely on tehokasta. Aihe-ehdotus tälle opinnäytetyölle tuli toimeksiantajalta, PCS-Engineering Oy:ltä, joka käyttää sähkösuunnittelussa CADMATIC Electrical-ohjelmistoa. Ohjelmisto on ollut yrityksen käytössä useamman vuoden ja sillä on tuotettu pääosin tasokuvia ja piirikaavioita. Sen käytöstä ei aikaisemmin ollut ohjetta, mutta käyttäjämäärän kasvettua toimeksiantaja oli sitä mieltä, että sille on tarvetta. Ohje osoittautui myös ajankohtaiseksi, sillä yritys oli hiljattain päivittänyt ohjelmiston uudempaan versioon, jonka myötä osa ominaisuuksista oli hieman muuttunut.

Tavoitteena oli luoda CADMATIC-projekteille ohje, joka käsittelisi piirikaaviosuunnittelua, piirikaaviogenerointia sekä ohjelmasta löytyviä luettelo-ominaisuuksia. Eniten työtunteja CADMATICin käyttöön yrityksellä kuluu piirikaavioiden tekemiseen. Piirikaavioiden tekemistä voidaan tehostaa Schematics-sovelluksesta löytyvällä generointityökalulla. Oma henkilökohtainen tavoitteeni oli saada aikaan mahdollisimman informatiivinen, mutta kuitenkin tiivis ohje, josta olisi mahdollisimman paljon hyötyä sekä kokeneelle että kokemattomalle käyttäjälle. Ohjeen keskeisimmät päätaavoitteet olivat työvaiheiden tehostaminen, sekä nopeuttaa ja helpottaa kokemattoman käyttäjän perehtymisvaihetta CADMATICin parissa.

Työ toteutettiin käyttäen apuna Vaissi Oy:lle tehtyä kaalitehtaan laajennusprojektia, jonka tarkoituksena oli samalla nostaa tehtaan automaatioastetta. Laajennuksen myötä lisättäviä instrumentteja oli suuri määrä, joten generointi logiikan piirikaavioista valikoitui hyväksi kohteeksi, josta ohje voitiin koostaa. Kun piirikaavioiden määrä oli varmistunut, lähdettiin selvittämään, kuinka generointi tapahtuu ja mitä valmisteluja se vaatii. Työn aikana suoritettiin useita testigenerointeja, joiden avulla pyrittiin selvittämään ohjelmiston toimintaa. Onnistuneiden generointien jälkeen olin saanut tarvittavat tiedot ohjeen tekemiselle. Ohje pohjautuu projektissa suorittamiini työvaiheisiin.

Opinnäytetyö rakentuu tietoperustaosuudesta ja käytännön osuudesta. Tietoperustaosuudessa käsitellään sähkötekniistä dokumentointia, piirikaaviosuunnittelua ja niihin liittyviä standardeja sekä itse CADMATICiä. Käytännön osuudessa käsitellään laatimani ohjeen keskeisimpiä vaiheita,

kuten piirikaavioiden generointia sekä luetteloiden laadintaa. Lopuksi käydään läpi työn lopputuloksia ja vertaillaan niitä tavoitteisiin.

2 PCS-Engineering Oy

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii alun perin Oulussa vuonna 2004 perustettu PCS-Engineering Oy. Jyväskylässä PCS on toiminut vuodesta 2009 lähtien ja Seinäjoella elokuusta 2021 lähtien. Nimi PCS-Engineering tulee sanoista Project Management Consulting Services ja nimensä mukaan kattaa teollisuuden insinööritoimistopalvelut. (Prosessiteollisuuden laadukas ja luotettava kumppani 2018.)

Yritys toimii automaatio suunnittelun, prosessisähkösuunnittelun, kenttäinstrumentointisuunnittelun, automaatiojärjestelmien/logiikkojen ohjelmoinnin, prosessi-, mekaniikka- ja putkistosuunnittelun, asennusvalvonnan, käyttöönotto tehtävien, koulutuspalveluiden, projektinhoitopalveluiden, huolto- ja ylläpito tehtävien sekä hankesuunnittelun ja kustannuslaskennan tehtävissä teollisuuden eri aloilla. Henkilöstö koostuu noin viidestäkymmenestä alan ammattilaisesta. Pääosin Oulun ja Jyväskylän toimipisteillä työskentelee kummassakin noin pari kymmentä sähkö- ja automaatioinsinööriä. (PCS Engineering Oy 2018.)

Yrityksen liikevaihto tilikaudella 12/2020 oli 4 930 000 EUR ja sen tulos oli 294 000 EUR. Kyseisen tilikauden aikana yritys työllisti 45 henkilöä. (PCS-Engineering Oy 2021.)

3 Sähkötekniinen dokumentointi ja piirikaaviot

Tässä kappaleessa käsitellään standardeja ja säädöksiä sekä niiden merkitystä sähkötekniiseen dokumentointiin ja piirikaaviosuunnitteluun. Dokumentointi on syytä toteuttaa käyttäen standardin mukaisia yksiselitteisiä piirrosmerkkejä sekä esitystapoja, jotta käyttäjä pystyy tulkitsemaan dokumentit, kuten suunnittelija on ne tarkoittanut.

3.1 Standardit ja säädökset sähköteknisestä dokumentoinnista

Valmistettaessa tuotetta tai kokonaista järjestelmää on teknisen dokumentoinnin merkitys tärkeä hahmottelulle, suunnittelulle, valmistukselle, asennukselle, käytölle, huoltamiselle ja purkamiselle.

Sen tärkein tehtävä on antaa käyttäjälle informaatio tarkoituksenmukaisessa muodossa sekä tuoda ilmi, että tuote tai järjestelmä täyttää niitä koskevat turvallisuus-, ympäristö-, ja laatuvaatimukset. Tekninen dokumentaatio on tärkeä osa myynnin jälkeisiä prosesseja sekä sopimuksesta tuotteen tai järjestelmän toimituksessa. (SFS-EN 61082-1:2015, 16.)

Kohteesta esitettävän informaation on kaikissa sitä koskevissa dokumenteissa oltava yksikäsitteinen ja tarkoituksenmukaiseen käyttöön soveltuva. Mikäli informaatio esitetään eri dokumenteissa, on sen oltava yhtenäinen, huolimatta siitä missä se esitetään tai mitä dokumenttilajia käytetään. Ennakkoon määritellyistä esitystavoista ja -muodoista käytetään nimitystä dokumenttilaji. Dokumentti voidaan laatia tietotekniikan avulla tai suoraan paperille. (Mts. 16-17.)

Maailmanlaajuinen sähköalan standardointijärjestö IEC, joka on perustettu vuonna 1906, laatii ja julkaisee kansainvälisiä sähkötekniisiä standardeja. Ne toimivat pohjana kansalliselle ja eurooppalaiselle standardointityölle. IECin toimintaan osallistuu noin 20 000 alan ammattilaista. SESKO edustaa Suomea IEC:ssä sekä CENELEC:ssä kansalliskomiteana. (International Electrotechnical Commission (IEC) n.d.)

Eurooppalaisena sähköalan standardointijärjestönä toimii CENELEC. Siihen kuuluu 34 jäsenmaata, jotka valmistelevat yhdessä asiantuntijoiden, teollisuusliittojen ja kuluttajien kanssa standardeja, joiden tehtävänä on edistää teknologian kehitystä, yhteentoimivuutta ja turvallisuutta. Eurooppalaisista sähköalan standardeista lähes kaikki pohjautuvat IEC-standardeihin. CENELEC määrittää teknisiä projektiryhmiä tai komiteoita, mikäli joltain osa-alueelta ei ole olemassa IEC-standardia, tai jos niihin on tehtävä Euroopassa muutoksia. (European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) n.d.)

3.2 Piirikaaviot

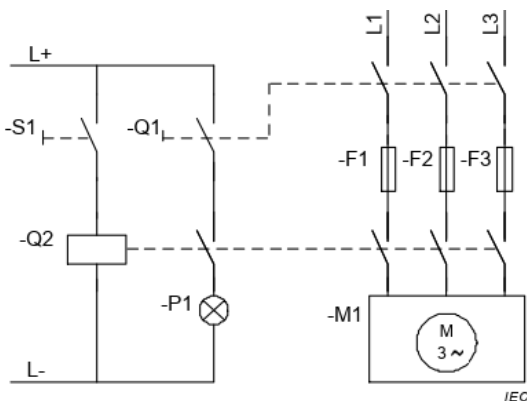
Piirikaavion tavoitteena on auttaa hahmottamaan kohteen toiminta, sen komponentit ja niiden väliset liitynnät. Piirikaavion ei ole tarkoitus esittää komponenttien todellista muotoa tai kokoa. Standardin SFS-EN 61082-1 mukaan piirikaaviosta tulee käydä ilmi

- komponentteja kuvaavat piirrosmerkit
- johdotukset eli komponenttien väliset liitynnät

- komponenttien viitetunnukset
- liitintunnukset
- signaalitason sopimukset loogisille signaaleille
- kulkureittien ja piirien tunnistamiseen tarpeellinen informaatio
- lisäinformaatio kohteen toiminnan ymmärtämiseksi.

Lisäksi Huhtalan (Huhtala 2021, 9) mukaan piirikaavio tulee aina esittää niin, että sen tila on jännitteetön. Piirikaavion esitystapoja on yleisesti kolme, jotka ovat koottu, sidottu ja vapaa esitystapa. Näistä eniten käytetty on vapaa esitystapa.

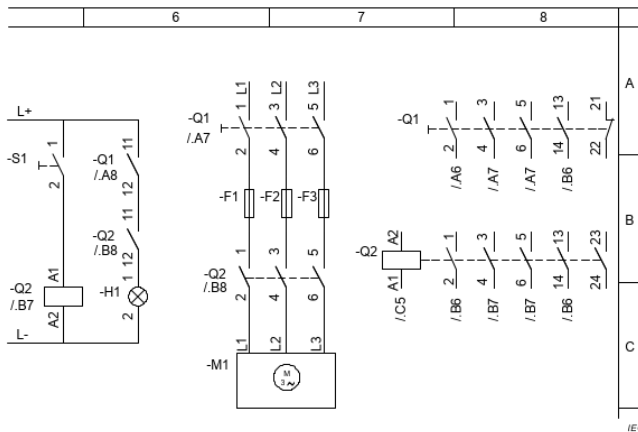
Koottu esitystapa (Kuvio1.) esittää komponentit lähemmäksi ja usein yhden komponentin osat näkyvät dokumentissa samalla sivulla. Komponenttien välillä kulkee kehäviiva, joka havainnollistaa niiden toiminnallisen riippuvuuden, kuten Kuviossa 1 on esitetty. Koottu esitystapa on yksinkertainen ja havainnollisin esitystapa, mutta suuremmissa ja monimutkaisemmissa kokonaisuuksissa sen käyttäminen hankaloituu. Esitys muuttuu sotkuiseksi ja epäselväksi, mikäli jokaisen komponentin jokainen osa olisi esitettävä samassa kuvassa, Huhtala toteaa (2021, 9).



Kuvio 1. Koottu esitystapa. (SFS-EN 61082-1, 2015.)

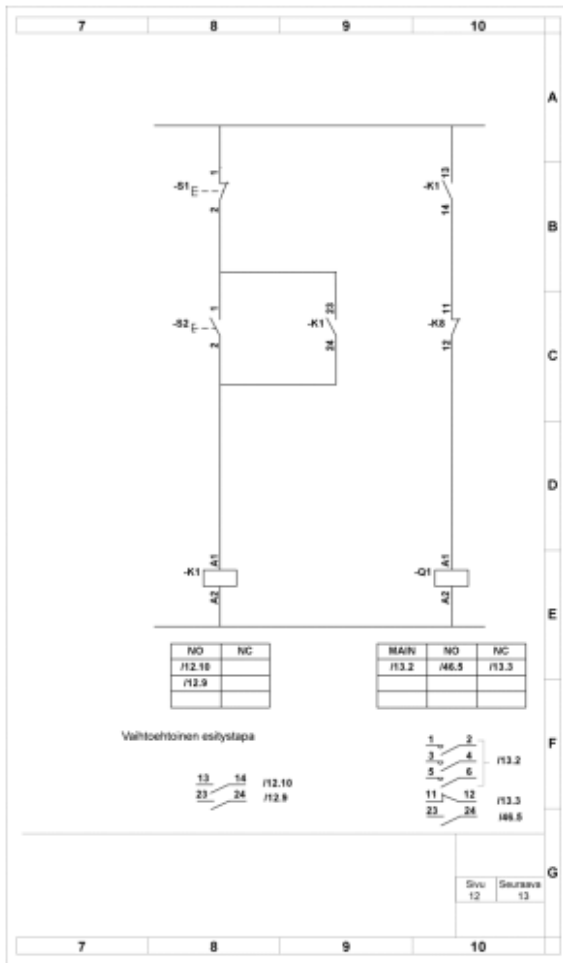
Sidottu esitystapa saa nimensä siitä, että komponentin osien välillä kulkee katkoviiva, joka ikään kuin sitoo osat toisiinsa (Lauttamus 2018, 14). Huhtala tarkentaa, että sidottua esitystapaa näkee yleisimmin ohjauspiirikaavioissa. Sidottu esitystapa esiintyy yleensä osana koottua esitystapaa.

Lauttamus (2018, 15) ja Huhtala (2021, 10) kertovat, että pääosin piirikaaviot noudattavat vapaan esitystavan määritelmää ja se eroaa edellä esitetystä siten, ettei komponentin osia liitetä toisiinsa katkoviivalla. Osien yhteenkuuluvuudesta indikoi viitetunnus, joka sisältää yleensä laitteen tunnuksen, kytkentäpisteen tunnuksen sekä piirustuspuhjan reunassa kulkevat koordinaatit komponentin sijainnista.



Kuvio 2. Vapaa esitystapa. (SFS-EN 61082-1 2015, 58)

Lisäksi piirikaavion sisällä suunnistamista ja sen ymmärtämistä tulisi helpottaa niin, että komponentit ovat esitettynä kootusti vähintään yhden kerran dokumenteissa, kuten kuvion 2 oikeassa reunassa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää viitekaviota tai taulukkoa, joka sijoitetaan piirrosmerkin läheisyyteen, yleensä oikealle tai alapuolelle (SFS-EN 61082-1 2015, 59). Kuviossa 3 esitetään esimerkki taulukon ja viitekaavion käytöstä.



Kuvio 3. Viitetaulukko esimerkki. (SFS-EN 61082-1 2015, 59)

Piirikaavioilla ja muilla dokumenteilla on suuri merkitys sähkölaitteiden tuotannossa sekä niiden kytkennässä. Hyvin tehdyillä piirikaavioilla asennusten tekeminen on tehokasta ja ennen kaikkea turvallista. Sähköteknisten dokumenttien asema on merkittävä sähkölaitteiden kunnossapidossa sekä valmistuksessa. Piirikaavioista pystytään myös vikatilanteen sattuessa etsimään mahdollinen vianaiheuttaja ja sen sijainti (Nurminen 2021, 16).

3.3 Piirrosmerkit

Piirrosmerkkien on oltava standardissa SFS-IEC 60617 määrätyn lainen tai muulla tavoin selkeästi tunnistettavissa. Suomessa käytettävät piirrosmerkit esitetään rakennussähköistyskorteissa ST 13.50 – 13.57. Hyödyntämällä standardissa määritellyjä piirrosmerkkejä voidaan varmistua siitä, että ne ovat sähköalan ammattilaisten selkeästi tulkittavissa. Kaikista sähkölaitteista ei ole ole-

massa standardien määrittelemiä piirrosmerkkejä, sillä ne määrittelevät vain ns. perusmerkit. Tällaisessa tilanteessa piirrosmerkki sovelletaan standardissa esiintyvistä merkistä käyttäen sitä aihiona uuden merkin luomiseen. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää yleispiirrosmerkkiä. Molemmissa tapauksissa merkkiä tulisi tarkentaa viitetiedolla, jolla esitetään tarkemmin mistä laitteesta tai kohteesta on kyse. Piirrosmerkin tarkoitus on kuvata laite sekä, että sen sijainti. Sellaiset laitteet tai laitteen osat, jotka eivät ole sähkökomponentteja, mutta ovat muuten välttämättömiä esittämään laitteen sähköisiä ominaisuuksia, laaditaan ISO-standardien mukaan. (Kolehmainen & Rieskaniemi 2014, luku 12.1)

4 CADMATIC

CADMATIC on suomalainen toimija, joka kehittää meri-, laitos- ja rakennusteollisuudelle digitaalisia ja älykkäitä 3D-pohjaisia suunnittelu- ja tiedonhallintaohjelmistoja. Heidän tuotteitaan käytetään erilaisten laivojen, rakennusten ja prosessilaitosten rakentamisessa. Kohteita ovat muun muassa luksusjahdit, risteilyalukset, offshore-alukset, kauppakeskukset ja toimitilat, elintarvike ja lääketeollisuuden projektit, voimalaitosprojektit sekä kemia-, öljy-, kaasu-, sellu- ja paperiprojektit. Rakennusteollisuuteen liittyviä ohjelmistoja CADMATICillä ovat Electrical, HVAC, Building, Draw, GeoXY, Rasta sekä Drawing Viewer. (Joustavuutta työpaikalla, haasteita ja ainutlaatuinen ympäristö 2021.) Näistä ohjelmistoista PCS:llä on käytössä Building, Draw sekä Electrical.

4.1 CADMATIC historia

CADMATICin emoyhtiö Elomatic Oy aloitti 3D-suunnitteluohjelman kehittämisen 1980-luvun puolivälissä omissa sisäisissä projekteissaan. Sen tarkoituksena oli parantaa projektin kustannustehokkuutta, suunnittelua sekä visualisointia. Laitossuunnittelussa 3D-ohjelmaa alettiin kehittää vuonna 1983 ja uutta 3D-teknologiaa käyttävä pilottiprojekti valmistui kaksi vuotta myöhemmin.

CADMATIC Oy päätettiin perustaa 1990-luvun alussa, sillä kehitykset suunnittelussa ja yleinen tehokkuuden nosto olivat sen verran merkittäviä. Sen tehtäväksi annettiin markkinoida ja kehittää CADMATIC 3D -ohjelmaa.

CADMATIC aloitti samaan aikaan yhteistyön hollantilaisen Numeriek Centrum Groningen B.V.:n kanssa. Yrityksen toimivat nimellä NUPAS-CADMATIC tarkoituksenaan kehittää laivanrakennusteollisuuden soveltuva ja kattava 3D-suunnittelurakaisu. Yhtiöiden toiminnot yhdistettiin syyskuussa

2015, kun CADMATIC hankki Numeriek Centrum Groningenin osakkeet ja liiketoiminnan omistukseensa. Tämän myötä yhtenäistettiin ohjelmistojen nimet ja toimintaa jatkettiin CADMATIC-nimen alla.

CADMATICin tänä päivänäkin vaikuttavat liiketoimintasegmentit muodostuivat, kun CADMATIC osti elokuussa 2019 suomalaisen Kyndata-ohjelmistoyhtiön ja sen sähkö- ja automaatio suunnittelemaan tarkoitettun CADS-ohjelmiston. Vakuuttavan kasvun omaavalla yhtiöllä on tällä hetkellä asiakasorganisaatioita 58 maassa, joita kaiken kaikkiaan on yli 1000. (Joustavuutta työpaikalla, haasteita ja ainutlaatuinen ympäristö 2021.)

4.2 CADMATICin piirikaaviogenerointi

CADMATIC Electricalista löytyy työkalu ”Kuvien generointi Excel-taulukon perusteella”. Sillä voidaan luoda piirikaavio tiedosto, johon voidaan tuoda tietoja ja pohjakuvia Excel-taulukossa tehtyjen määrittelyiden perusteella. Generoinnilla voidaan siis yhdistää erillisiä pohjakuvia yhdeksi tiedostoksi eli pohjakuvista luodaan piirikaavion sivuja, joita CADMATIC käsittelee lehtinä. Lehtiä voidaan luoda rajaton määrä ja tämän vuoksi kuvien piirtäminen nopeutuu huomattavasti, etenkin suurissa projekteissa. Excel-tiedostoon kirjataan halutut pohjakuvatiedostot sarakkeeseen ”Pohjakuva”. Tämän jälkeen voidaan määrittellä sarakeotsikoiden mukaan kuvaan lisättävät tiedot. Pohjakuvaan taas on merkittävä Excel-taulukossa määritelty sarakeotsikko, josta tieto tuodaan kuvaan. Pohjakuviissa sarakeotsikko on merkittävä dollarimerkkien sisään, jotta CADMATIC tunnistaa sen olevan generoinnin kohteena.

5 Piirikaaviosuunnittelu

Piirikaavioiden suunnittelun tukena käytetään yleensä lähtötietoina saatuja dokumentteja. Lähtötiedoista tulisi käydä ilmi laitteiden positiot sekä toiminnalliset ja sähköiset liittynät, joita piirikaavioiden tekemisessä tarvitaan. Näitä ovat tyypillisesti PI-kaaviot, toimintakaaviot, laite- ja kaapeli luettelot, asemakaaviot sekä mahdolliset kohteeseen liittyvät sähkökuvat. Näiden dokumenttien perusteella voidaan jo hahmottaa laadittavien piirikaavioiden laajuus, joka on selvitettävä piirikaaviogenerointia varten.

5.1 Piirikaavioiden laajuuden kartoitus

Ohje projektiläpiviennille toteutettiin kaalitehtaan laajennusprojektin pohjalta, kuten johdannossa mainittiin. Työ tehtiin Vaissi Oy:lle, joka sijaitsee Haapamäellä. Projektin tarkoituksena oli nostaa tehtaan automaatioastetta, sekä sen myötä toimittaa tehtaalle sähkö- ja automaatiokeskus. Automaatiokeskuksen tueksi tehtiin vielä hajautuskeskus, jotta kaapelipituudet pysyisivät kohtuullisina. Automaatiokeskus sai positiokseen LTAK1 ja hajautuskeskus LTAK2. Oma osuuteni projektissa oli laatia tarvittavat dokumentit automaatiokeskusten osalta. Automaatiokeskusten piirikaaviot koostuivat pääkaaviosta sekä logiikan piirikaavioista.

Ensimmäinen työvaiheeni oli laatia I/O-luettelo, sillä sen avulla voitiin määrittää, kuinka monta piirikaaviota generoidaan. Lähtötietoina minulla olivat PI-kaaviot sekä niiden pohjalta laadittu instrumenttiluettelo. Tämän lisäksi sähkökeskuksesta oli jo laadittu pääkaavio, joka myös helpotti I/O-luettelon tekemistä. Edellä mainittujen dokumenttien perusteella I/O-luetteloon kirjautui 524 riviä, joista 380 sijoittui LTAK1:n ja 144 LTAK2:n. Näillä määrillä saatiin selville, kuinka monta I/O-korttia kumpaankin keskukseen tarvittiin, joten samalla saatiin selville myös generoitavien piirikuvien määrä. Piirikaavioita luotiin yhteensä 79 kpl, joista 57 kpl olivat LTAK1 automaatiokeskukseen ja 22 kpl LTAK2 hajautuskeskukseen. Kun piirikaavioiden määrät oli saatu selville, lähdettiin selvittämään, millaisia pohjakuvia generointia varten tarvittiin.

5.2 Pohjakuvat

Piirikaavioiden generointia varten tulee luoda pohjakuvat, joista generointi suoritetaan. Muutamissa aikaisemmissa projekteissa oli käytetty samaa Siemens ET200SP tyyppin logiikkaa, joten osa pohjakuvista löytyi jo valmiiksi. Valmiita kuvia pystyttiin hyödyntämään uusien pohjakuvien luonnissa. Pohjakuvissa esitetyt logiikan osat esitettiin käyttäen CADMATICin kirjastosta löytyviä symboleita.

Tarvittavat korttityypit olivat seuraavat

- Digital Input Module DI 16x24VDC ST (6ES7131-6BH01-0BA0)
- Digital Output Module DQ 16x24VDC/0.5A ST (6ES7132-6BH01-0BA0)
- Analog Input Module AI 8XI 2-/4-wire BA (6ES7134-6GF00-0AA1)
- Analog Input Module AI 4XI 2-/4-wire ST (6ES7134-6GD01-0BA1)
- Analog Output Module AQ 4XU/I ST (6ES7135-6HD00-0BA1)

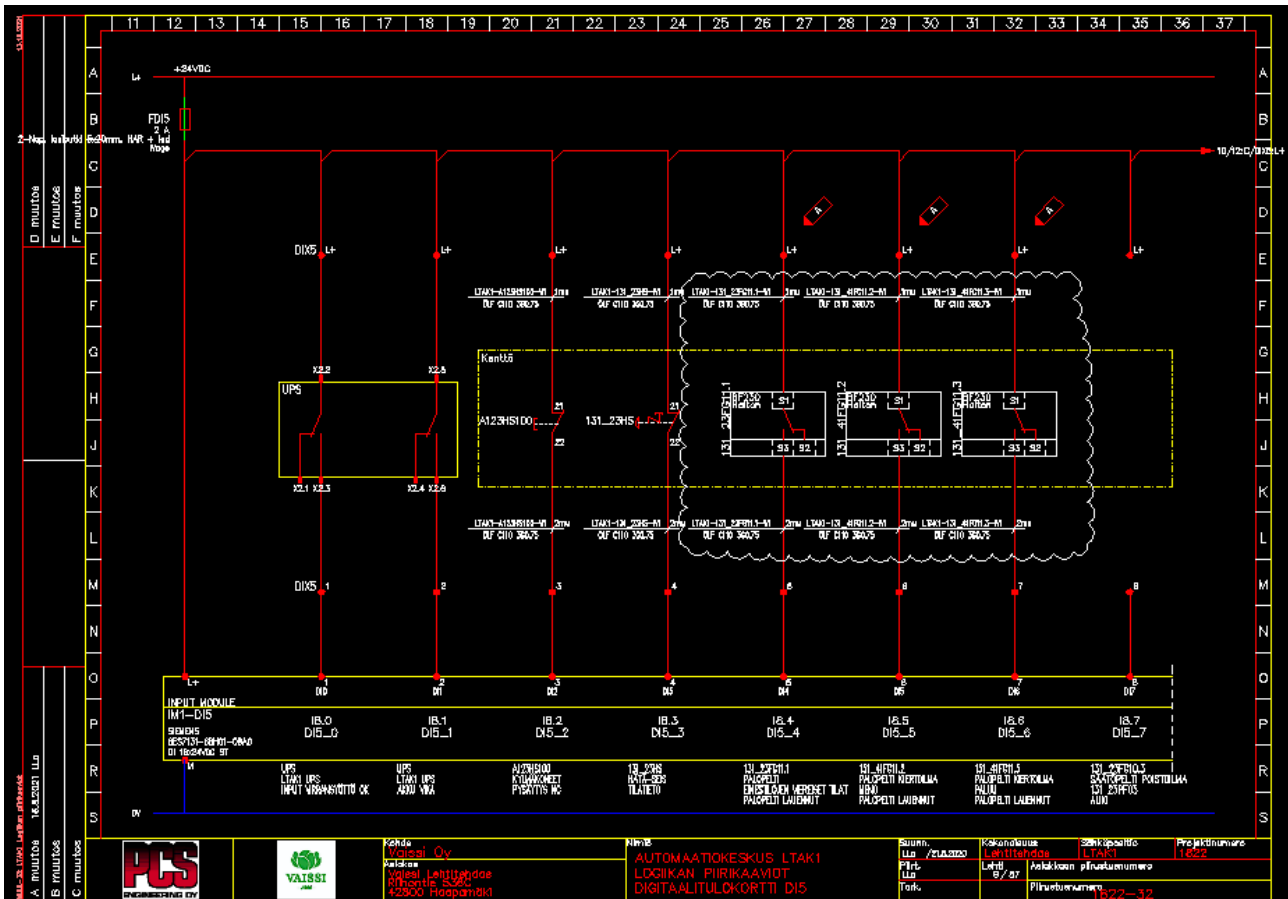
Jokaisesta kortista oli tehtävä kaksi pohjakuvaa. Pohjakuva, johon on piirretty korttia syöttävä sulake sekä pohjakuva, jossa jännite saadaan kytkentäsiltaa pitkin vasemmanpuoleiselta kortilta. Lisäksi 16 kanavaiset digitaalikortit oli esitettävä kahdella eri lehdellä, jottei kuvasta tulisi liian epäselvä.

Pohjakuviin tarvittavat attribuutit olivat kortin tyyppitiedot, korttien positiot sekä kanavakohtaiset I/O-tagit. Kortteja syöttäville sulakkeille määriteltiin attribuutti suoraan logiikkakortin position mukaan. Kuviossa 4 on esitettyä pohjakuva 16 kanavaisesta DI-kortista ensimmäiset 8 kanavaa, sekä korttia syöttävä sulake.



Kuvio 4. Pohjakuva DI-kortista.

Samasta kortista tehtiin myös toinen pohjakuva, jossa näkyvät loput 8 kanavaa. Kuvaan voitaisiin lisätä myös kaapelit, kortille kytkettävät laitteet sekä riviliittimet. Tässä vaiheessa projektia ei kuitenkaan tiedetty kaikkia kortille kytkettäviä laitteita, joten niiden piirtäminen päätettiin tehdä käsin. Kuviossa 5 on esitetty valmis piirikaavio, jossa kentälaitteet ja kaapelit on piirretty.



Kuvio 5. Valmis kuva DI-kortista.

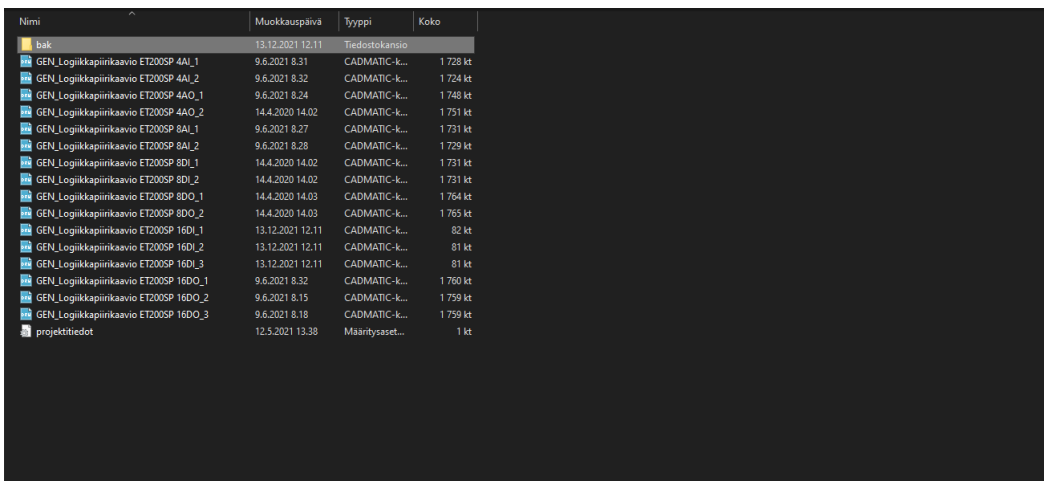
Logiikan piirikaaviot noudattavat pääsääntöisesti koottua esitystapaa. Kuvien on tarkoitus antaa niiden käyttäjälle tarkka käsitys koko kytkennästä kortilta laitteelle saakka. Tilan säästämiseksi joissain kohdissa kuvaa kytkennän esityksestä on käytetty johdotusviittausta, mutta selkeyden vuoksi kaikki kytkennät on pyritty esittämään samalla lehdellä. Pohjakuvia laatiessa kannatta miettiä kuva mahdollisimman valmiiksi. Mikäli kuvissa esiintyy toistuvasti samoja laitteita tai johdotuksia, kannattaa ne ilman muuta lisätä pohjakuvaan työskentelyn nopeuttamiseksi.

6 Piirikaaviogenerointi

Generoida kannattaa aina, kun piirikuviissa esiintyy toistuvasti saman tyyliisiä lehtiä, kuten moottori- ja piirikaavioissa ja logiikan piirikaavioissa. Näin säästetään huomattavasti aikaa toistuvien esiintymien piirtämisessä sekä laitteiden nimeämisessä. Tässä kappaleessa käsitellään piirikaaviogenerointia vaihe vaiheelta. Projektissa tehtiin molemmista keskuksista omat piirikaaviot, joten ensin generointiin LTAK1:n kuvat ja tämän jälkeen LTAK2:n kuvat.

6.1 Generoinnin valmistelu

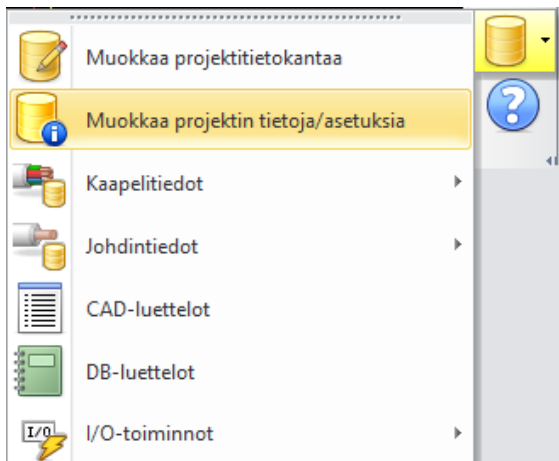
Generoinnin ensimmäinen vaihe on luoda pohjakuville kansio, jolle annetaan nimeksi ”Pohjakuvat”. On tärkeää, että kaikki generoinnissa käytettävät pohjakuvat löytyvät kansioista. Tämän lisäksi pohjakuvat tulee nimetä niin, että niiden nimissä on etuliite ”GEN_”. Kansioista löytyy 16 tiedostoa, joista käytössä tässä projektissa on 12. Kuviossa 6 on esimerkki kansiorakenteesta.



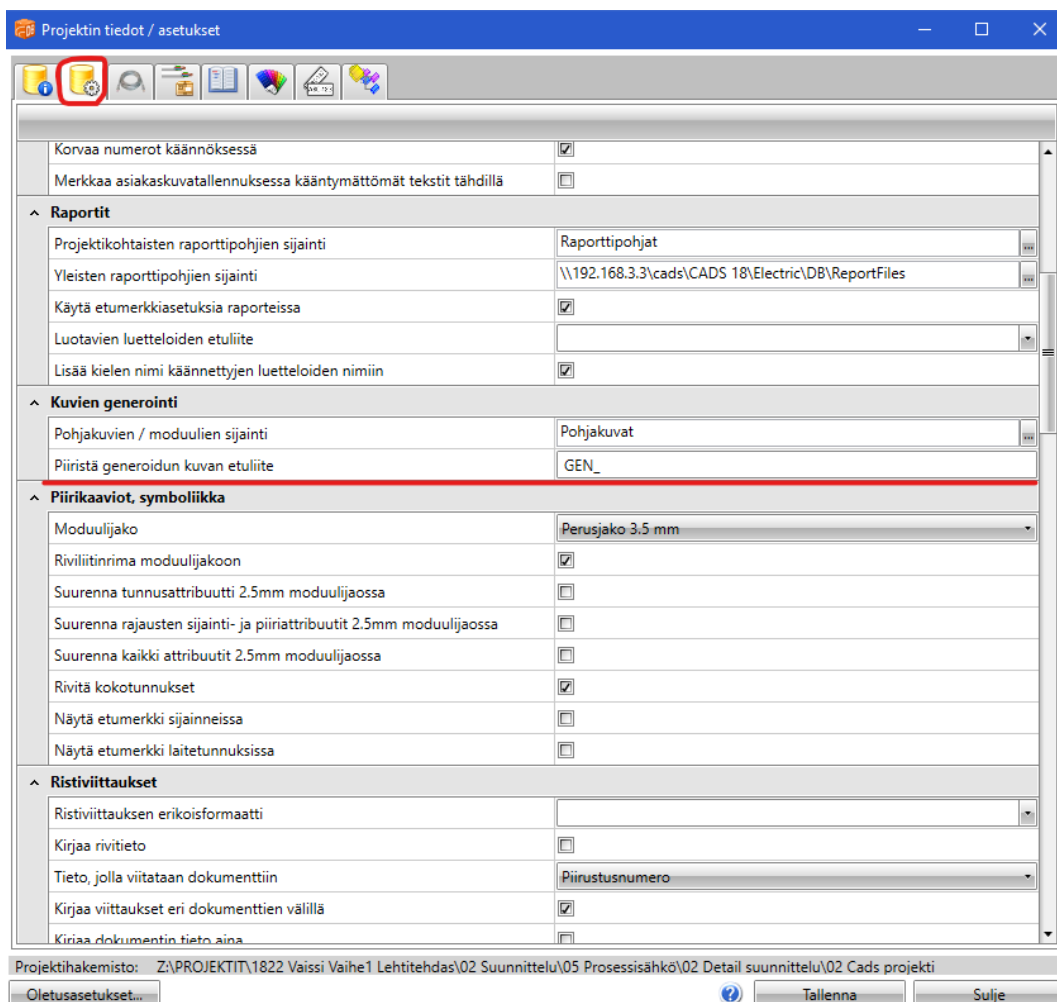
Nimi	Muokkauspäivä	Tyyppi	Koko
Isä	13.12.2021 12:11	Tiedostokansio	
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 4AJ_1	9.6.2021 8:31	CAD/MATIC-k...	1 728 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 4AJ_2	9.6.2021 8:32	CAD/MATIC-k...	1 724 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 4AO_1	9.6.2021 8:24	CAD/MATIC-k...	1 748 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 4AO_2	14.4.2020 14:02	CAD/MATIC-k...	1 751 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 8AJ_1	9.6.2021 8:27	CAD/MATIC-k...	1 731 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 8AJ_2	9.6.2021 8:28	CAD/MATIC-k...	1 729 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 8DI_1	14.4.2020 14:02	CAD/MATIC-k...	1 731 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 8DI_2	14.4.2020 14:02	CAD/MATIC-k...	1 731 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 8DO_1	14.4.2020 14:03	CAD/MATIC-k...	1 764 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 8DO_2	14.4.2020 14:03	CAD/MATIC-k...	1 765 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 16DI_1	13.12.2021 12:11	CAD/MATIC-k...	82 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 16DI_2	13.12.2021 12:11	CAD/MATIC-k...	81 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 16DI_3	13.12.2021 12:11	CAD/MATIC-k...	81 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 16DO_1	9.6.2021 8:32	CAD/MATIC-k...	1 760 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 16DO_2	9.6.2021 8:15	CAD/MATIC-k...	1 759 kt
GEN_Logiikkapiirikaavio ET2005P 16DO_3	9.6.2021 8:18	CAD/MATIC-k...	1 759 kt
projektitiedot	12.5.2021 13:38	Määrittysaset...	1 kt

Kuvio 6. Pohjakuvat-kansio

Tämän jälkeen käydään tekemässä generoinnissa tarvittavat tunnistusmäärytykset CADMATICissä. Avataan projektin asetukset Schematics-sovelluksen käyttöliittymän oikeasta reunasta Electrical DB-painikkeen takaa. Esimerkki kuvioissa 7 ja 8.



Kuvio 7. Projektin asetukset.



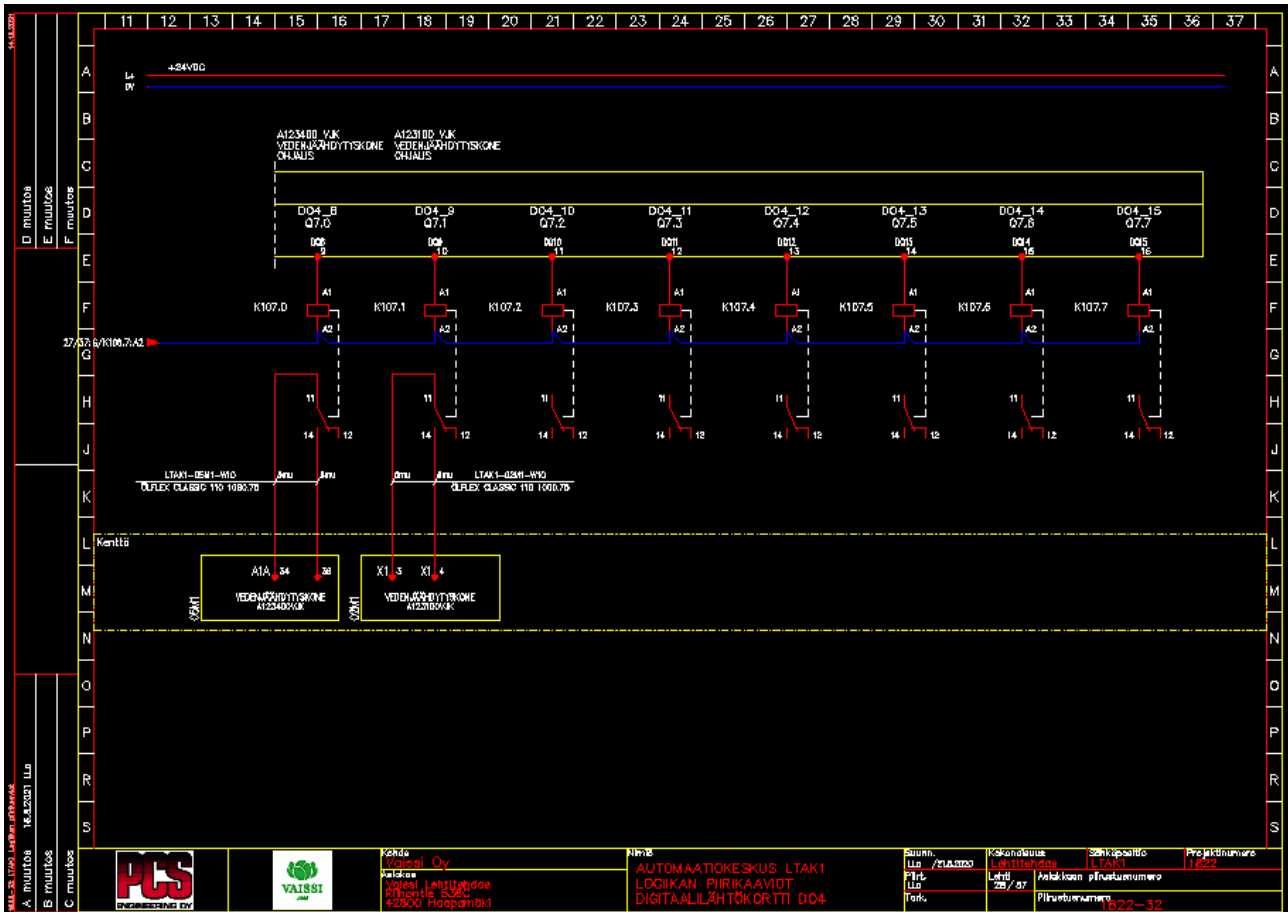
Kuvio 8. Pohjakuvien sijainti ja etuliite.

Seuraavaksi luodaan Excel-taulukko, jossa tehdään pohjakuvia koskevat määrittymiset generointia varten. Taulukkoon laaditaan sarakeotsikot piirikaaviossa tarvittavien attribuuttien mukaan. Pohjakuva tulee taas löytyä sarakeotsikkoa vastaava tunnus dollarimerkkien sisältä, kuten esimerkiksi \$Kortti[1]\$. Kuviossa 4 esitettiin pohjakuva, johon oli täytetty halutut attribuutit. Excel-taulukossa vastaavat tunnukset näyttävät kuvion 9 mukaisilta.

Rivinumero	Pohjakuva	Keskuspositio	Keskustila	Piirustusnumero	Suunnittelija	Piirtäjä	Tarkastanut	Piirustuksen nimitys 1	Piirustuksen nimitys 2
1	GEN_Logiikkapiirikaavio ET200SP 16DI_1	LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
2		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
3		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
4		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
5		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
6		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
7		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
8		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
9		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
10	GEN_Logiikkapiirikaavio ET200SP 16DI_2	LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
11		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
12		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
13		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
14		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
15		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
16		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
17		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
18	GEN_Logiikkapiirikaavio ET200SP 16DI_3	LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
19		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
20		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
21		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
22		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
23		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
24		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
25		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
26	GEN_Logiikkapiirikaavio ET200SP 16DI_2	LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
27		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
28		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
29		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
30		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
31		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
32		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT
33		LTAK1	Lehtitehdas	1822-32	PPi	Lla		AUTOMAATIOKESKUS LTAK1	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT

Kuvio 9. Generointitaulukko.

Pohjakuvasarakkeeseen kirjataan pohjakuvia niiden tiedostonimellä ja niille halutut tiedot kirjaan riveittäin aina siihen saakka, kunnes pohjakuvasarakkeeseen kirjataan uusi pohjakuva. Kuvion 9 taulukosta piirikaavion ensimmäiselle lehdelle generoitavia tietoja ovat ensimmäiset 8 riviä ja nämä rivit kuvaavat tässä tapauksessa logiikan kortin kanavia. Pohjakuvasarake on ainoa pakollinen sarakeotsikko. Tämän avulla CADMATIC tunnistaa pohjakuvan. Muut otsikot voivat olla käyttäjän vapaasti valitsemia. Tässä projektissa määritellyt sarakeotsikot ovat keskuspositio, keskustila, piirustusnumero, suunnittelija, piirtäjä, tarkastanut, piirustuksen nimitys 1, piirustuksen nimitys 2, piirustuksen nimitys 3, kortti, tag ja välirele. Välireleet esiintyvät digitaalilähdöissä, joissa niitä käytetään kytkiminä ohjausjännitepiireissä, kuten kuviossa 10.



Kuvio 10. Välireleen esitys.

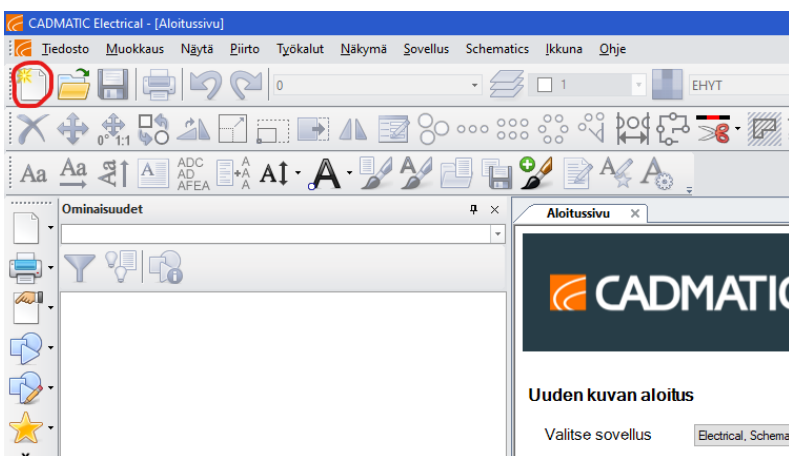
Kuviossa 11 on esitettyä kortin kanavien yksilöinti I/O-tageilla. On tärkeää, että tagit ovat yksilöllisiä, sillä myöhemmässä vaiheessa suoritettavassa I/O-tuonnissa kanaville tuodaan muun muassa kytkentäpisteiden tunnuksia, kanavaosoitteen sekä kytkentää kuvaavat tekstit. Nämä tiedot voitaisiin hyvin suorittaa myös generointitaulukosta, mutta jos logiikan komponenttien ja laitteiden tuotetiedot halutaan lisätä automaattisesti projektille, tulee niille luoda tuotemallit ja tuoda tiedot erillisen tuontitaulukon avulla. Kun taulukkoon on lisätty kaikki pohjakuvat, voidaan aloittaa generointi.

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Piirustuksen nimitys 2	Piirustuksen nimitys 3	Kortti	Logiikan tyyppi	Logiikan malli	Tag	Väli-rele	temp_order	Kortti-CH1	Osoite.1
2	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_0				
3	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_1				
4	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_2				
5	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_3				
6	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_4				
7	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_5				
8	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_6				
9	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_7				
10	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_8				
11	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_9				
12	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_10				
13	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_11				
14	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_12				
15	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_13				
16	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_14				
17	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D11	IM1-D11			D11_15				
18	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_0				
19	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_1				
20	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_2				
21	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_3				
22	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_4				
23	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_5				
24	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_6				
25	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_7				
26	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_8				
27	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_9				
28	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_10				
29	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_11				
30	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_12				
31	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_13				
32	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_14				
33	LOGIIKAN PIIRIKAAVIOT	DIGITAALITULOKORTTI D12	IM1-D12			D12_15				

Kuvio 11. Kanavien yksilöinti.

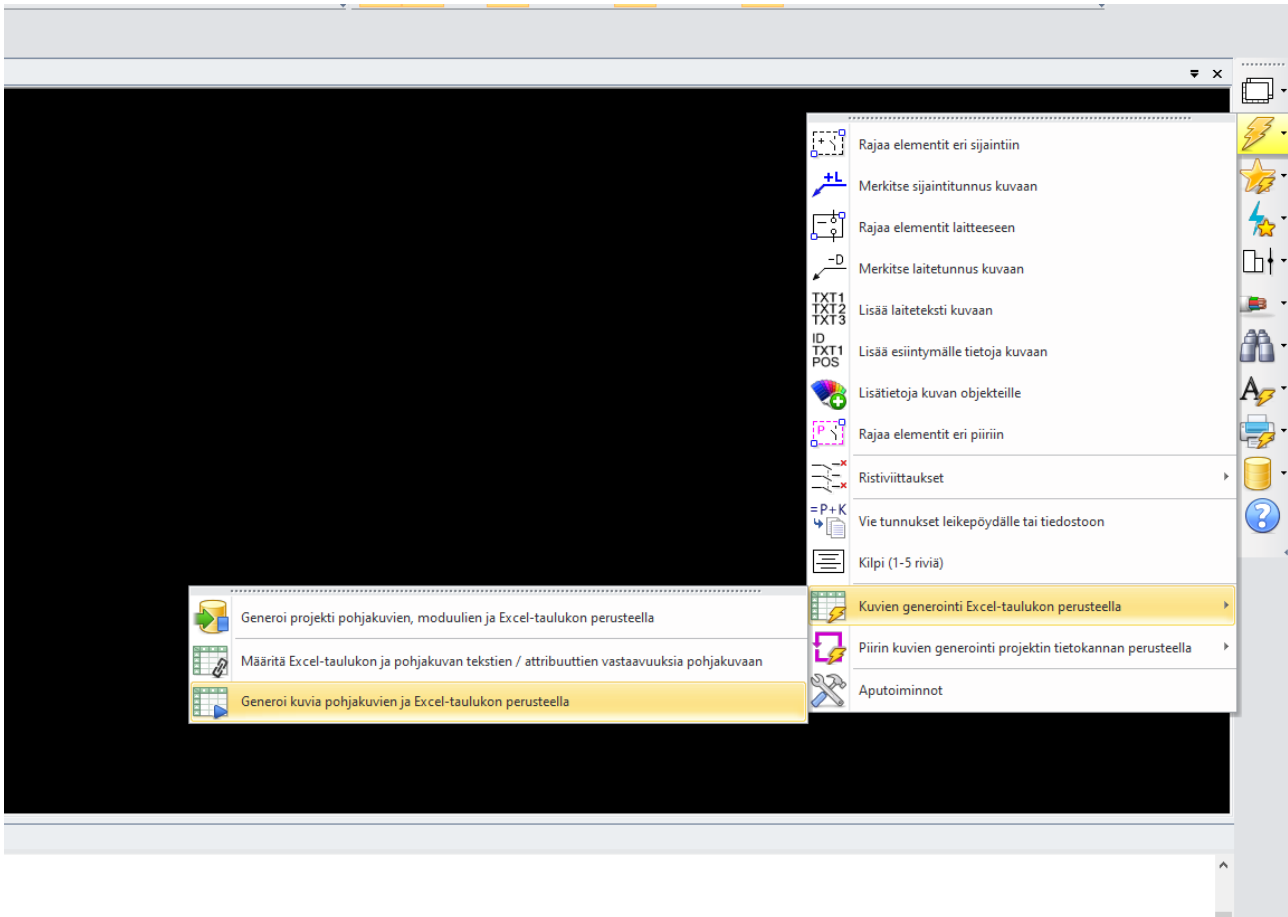
6.2 Generointi

Aloitetaan generointi avaamalla tyhjä kuva painikkeella ”Uusi”, jonka jälkeen ”Toiminnot”-valikosta ”Kuvien generointi Excel-taulukon perusteella”.



Kuvio 12. Uuden kuvan luonti.

Tallennetaan uusi kuva samaan sijaintiin, jossa pohjakuvakansio sekä generointitaulukko sijaitsevat, sillä sijainti on oleellista generoinnin kannalta. Seuraavaksi voidaan aloittaa generointi kuvion 13 mukaisesti.



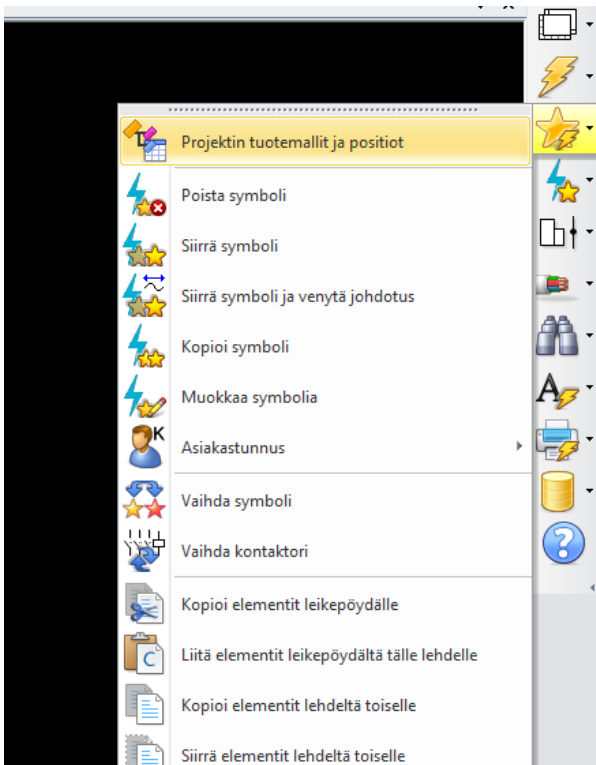
Kuvio 13. Generoi kuvia pohjakuvien ja Excel-taulukon perusteella.

Tämän jälkeen CADMATIC pyytää Excel-tiedostoa, josta generointi suoritetaan, jolloin valitaan luotu generointitaulukko. Seuraavaksi annetaan generoitavalle piirikaaviotiedostolle nimi ja valitaan sijainti, johon se tallennetaan. Generointi on onnistunut, mikäli Exceliin linkitettyjen attribuuttien tilalle on tullut tieto taulukosta ja jokainen pohjakuva on generoitunut piirikaavion lehdeksi.

6.3 Tuotemallit

Tuotemallit ovat CADMATICissä käyttäjän itse määrittämiä yhden tai useamman laitteen kokonaisuuksia, joita voidaan lisätä kuvissa esiintyvien symboleiden tuotetiedoiksi. Tuotemalli voidaan esimerkiksi luoda kontaktorista ja siihen lisättävistä apukosketinpakoista, jottei jokaista komponenttia tarvitse lisätä yksitellen. Tuotemalleja kannattaa tallentaa, mikäli niille on usein käyttöä, jotta muidenkin käyttäjien työ tehostuu.

Tässä projektissa luotiin tuotemallit logiikan korteista, joille lisättiin myös korttipohjat, johon kortit itsessään kytetään. Jokaisesta kortista luotiin kaksi tuotemallia, koska korttipohjia käytettiin kahdenlaisia. Kuviossa 14 esitetään mistä tuotemalleja voidaan tarkastella, muokata ja lisätä.



Kuvio 14. Projektin tuotemallit ja positiot.

The screenshot shows a software window titled "Projektin tuotemallit". On the left is a tree view showing the project structure: "Sähkö" -> "IO-kortti" -> "SIEMENS" -> "ET200SP" -> "AI", "AO", "DI", "DQ". The main area is a table with columns: "Symboli", "Positio", "Laitetyyppi", and "Nimi". The table lists ten I/O modules, all of type "I/O-kortti". At the bottom, there are buttons: "Uusi...", "Muokkaa...", "Kopioi...", "Poista", "Tuotemallien hallinta...", and "Luo laitteesta...".

Symboli	Positio	Laitetyyppi	Nimi
		I/O-kortti	6ES7131-6BH01-0BA0 (DI 16x 24V DC + A0 NewLoadGroup)
		I/O-kortti	6ES7132-6HB01-0BA0 (DQ 16x 24v DC/0,5A + A0 BridgedToLeft)
		I/O-kortti	6ES7132-6HB01-0BA0 (DQ 16x 24v DC/0,5A + A0 NewLoadGroup)
		I/O-kortti	6ES7134-6GF00-0AA1 (8XI 2-/4-wire + A0, BridgedToLeft)
		I/O-kortti	6ES7134-6GF00-0AA1 (8XI 2-/4-wire + A0, NewLoadGroup)
		I/O-kortti	6ES7134-6HD01-0BA1 (4XU/I 2-wire + A0 BridgedToLeft)
		I/O-kortti	6ES7134-6HD01-0BA1 (4XU/I 2-wire + A0 NewLoadGroup)
		I/O-kortti	6ES7135-6HD00-0BA1 (4XU/I + A0, BridgedToLeft)
		I/O-kortti	6ES7135-6HD00-0BA1 (4XU/I + A0, NewLoadGroup)
		I/O-kortti	6ES7131-6BH01-0BA0 (DI 16x 24V DC + A0 BridgedToLeft)

Kuvio 15. Luodut tuotemallit.

Kuviossa 15 näkyy projektille luomani tuotemallit. Tuotemallit on syytä nimetä niin, että siitä käy ilmi kaikki siihen kuuluvat laitteet, jotta ne ovat helposti myös muiden käyttäjien käytettävissä. Tuotemallien luonti on tärkeä vaihe seuraavassa luvussa käsiteltävää I/O-tuontia varten. Tuotemallissa määritetään kortin kytkentäpisteiden numerot ja kuvaukset sekä kanavamäärittelyt. Määrittelyjä tehdessä kannattaa olla hyvin huolellinen, jotta esimerkiksi kanavaosoitteiden topologia säilyy korttien välillä halutunlaisena.

6.4 I/O-tuonti

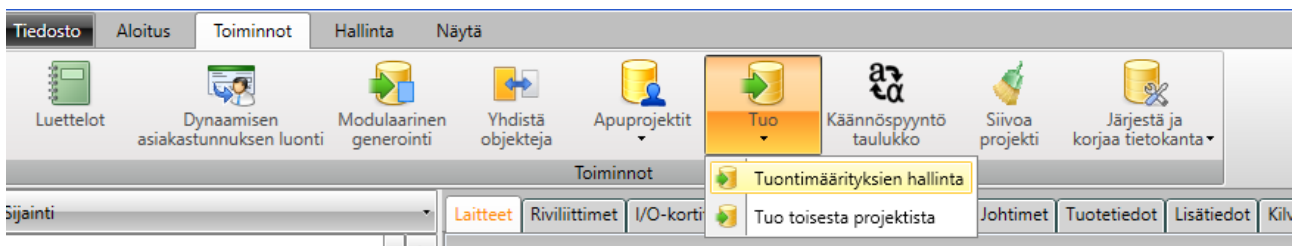
Tuontivaihetta varten luodaan myös Excel-taulukko samaan tapaan, kuin generointivaiheessa. Tuonnin avaintunnuksena toimii generointivaiheessa määritelty I/O-tagit, jonka perusteella kortteille haetaan tiedot tuotemallista. Tuonnissa määritellään myös I/O-tekstit, logiikan räkkitunnus ja sijainti sekä kanavien osoiteavaruus. Vastaavalla tavalla kuin generoinnissa, tuontitaulukon määrittelyinä toimivat vapaasti valittavat sarakeotsikot. Projektissa käytettyjä otsikoita olivat I/O TAG, Order, Channel number, Address, I/O text 1, I/O text 2, I/O text 3, I/O text 4, Rack ID, Object ID, Electrical Position, Rack Location, Card ID, Card Slot, Card Type, Type, BaseAddress IN, BaseAddress OUT sekä Bit address offset. I/O-tagin lisäksi tuonnin kannalta on tärkeää, että Card

Type -sarakkeessa on täsmälleen nimi kuin tuotemallilla. Muutoin tuonnin aikana ilmenee virheilmoitus, jossa ilmoitetaan, ettei tuotavaa tietoa löydy.

IO TAG	Order	Channel num	Address	IO text 1	IO text2	IO text3	IO text 4	IO Addint	IO Addint	Rack ID	Object ID	Electrical Position	Rack Location
D11_0	1	1	1.10.0	00K1	OHJAUSSKONTAKTORI	TAKAISINKYTKENTÄ NO				IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_1	2	2	2.10.1	00Z3	YLIANNITUSUOJA	TILATIE TO				IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_2	1	3	3.10.2	131_23TK_TF01	TULOHILMAPUHALLIN	TUOTANTOTILAT	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_3	2	4	4.10.3	131_71KSK_KF01	KIERRÄTYSILMAPUHALLIN	EINESTILAT	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_4	1	5	5.10.4	131_23PF01	HUIPPUMURI	VÄLIVARASTO&LAJITTELU	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_5	2	6	6.10.5	131_23PF01	HUIPPUMURI	VÄLIVARASTO&LAJITTELU	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_6	1	7	7.10.6	131_23PF02	HUIPPUMURI	EINESTILOJEN	VIEREISET TILAT	ETUKOJE NO		IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_7	2	8	8.10.7	131_23PF02	HUIPPUMURI	EINESTILOJEN	VIEREISET TILAT	TAKAISINKYTKENTÄ NO		IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_8	1	9	9.11.0	131_23PF03	HUIPPUMURI	EINES TUOTANTOTILAT	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_9	2	10	10.11.1	131_23PF03	HUIPPUMURI	EINES TUOTANTOTILAT	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_10	1	11	11.12	?	KOMPRESSORI	ETUKOJE NO				IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_11	2	12	12.13	?	KOMPRESSORI	TAKAISINKYTKENTÄ NO				IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_12	1	13	13.14	?	KOMPRESSORI	ETUKOJE NO				IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_13	2	14	14.15	?	KOMPRESSORI	TAKAISINKYTKENTÄ NO				IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_14	1	15	15.16	131_23P05	JÄÄHDYTYSPUMPPU	TULOHILMAKONE	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D11_15	2	16	16.17	131_23P05	JÄÄHDYTYSPUMPPU	TULOHILMAKONE	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_0	1	1	1.12.0	131_23P08.1	LÄMMITYSPUMPPU	TULOHILMAKONE	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_1	2	2	2.12.1	131_23P08.1	LÄMMITYSPUMPPU	TULOHILMAKONE	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_2	1	3	3.12.2	131_23P08.2	LÄMMITYSPUMPPU	TULOHILMAKONE	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_3	2	4	4.12.3	131_23P08.2	LÄMMITYSPUMPPU	TULOHILMAKONE	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_4	1	5	5.12.4	131_23P05.1	JÄÄHDYTYSPUMPPU	KIERRÄTYSILMAKONE	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_5	2	6	6.12.5	131_23P05.1	JÄÄHDYTYSPUMPPU	KIERRÄTYSILMAKONE	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_6	1	7	7.12.6	131_23P05.2	LÄMMITYSPUMPPU	KIERRÄTYSILMAKONE	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_7	2	8	8.12.7	131_23P05.2	LÄMMITYSPUMPPU	KIERRÄTYSILMAKONE	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_8	1	9	9.12.8	131_23P08	LÄMMITYSPUMPPU	KIERRÄTYSILMAKONE	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_9	2	10	10.12.1	131_23P08	LÄMMITYSPUMPPU	KIERRÄTYSILMAKONE	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_10	1	11	11.12.8	A123110	JÄÄHDYTYSPUMPPU	V/K KIERTO	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_11	2	12	12.13.8	A123110	JÄÄHDYTYSPUMPPU	V/K KIERTO	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_12	1	13	13.14	A123130	JÄÄHDYTYSPUMPPU	KYLMÄKONEKIERTO	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_13	2	14	14.15	A123150	LAUHUTUSPUMPPU	NESTÄJÄÄHDYTYN	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_14	1	15	15.16	A123P210	JÄÄHDYTYSPUHALLIN	KYLMÖ	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D12_15	2	16	16.17	A123P210	JÄÄHDYTYSPUHALLIN	KYLMÖ	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D13_0	1	1	1.14.0	A123P220	JÄÄHDYTYSPUHALLIN	TULOKYLMIO	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D13_1	2	2	2.14.1	A123P220	JÄÄHDYTYSPUHALLIN	TULOKYLMIO	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D13_2	1	3	3.14.2	A123P230	JÄÄHDYTYSPUHALLIN	LÄHTEVÄ KYLMIO	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D13_3	2	4	4.14.3	A123P230	JÄÄHDYTYSPUHALLIN	LÄHTEVÄ KYLMIO	TAKAISINKYTKENTÄ NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1
D13_4	1	5	5.14.4	A123E230	JÄÄHDYTYN	KYLMÖ SULATUS	ETUKOJE NO			IM1	Lehtitehdas	LTAK1	=LEHTITEHDAS\HTAK1

Kuvio 16. Tuontitaulukko.

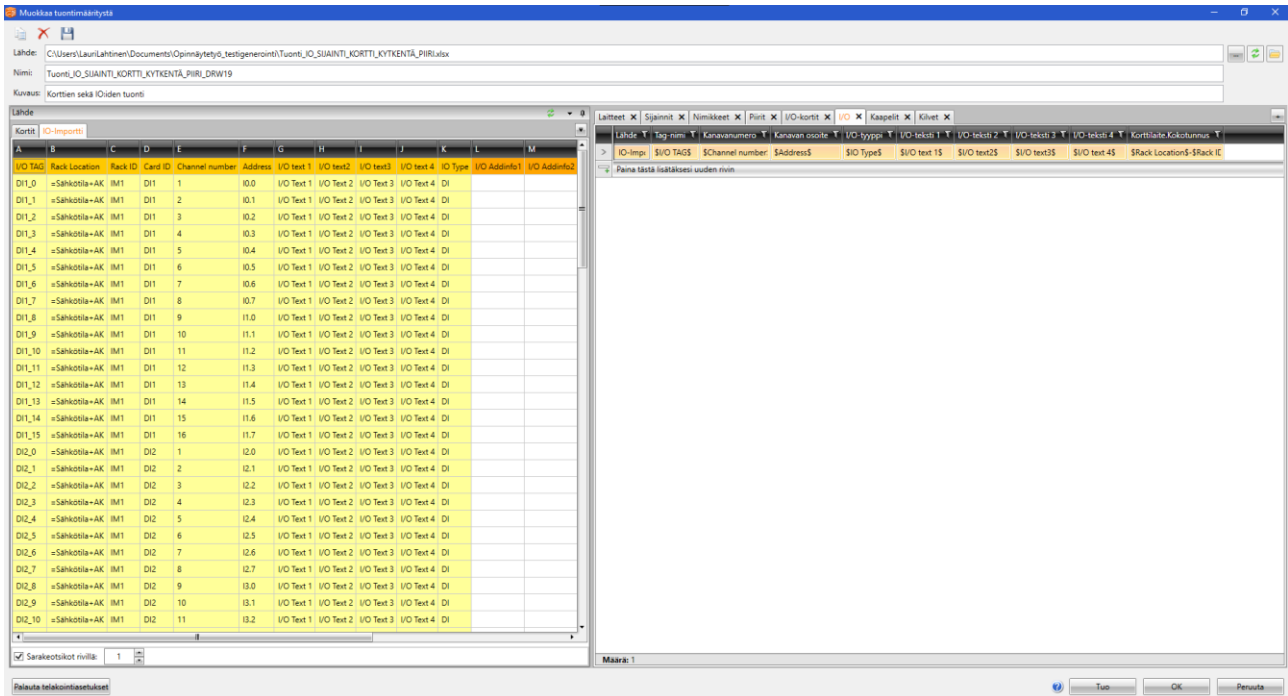
Tuonti suoritetaan Electrical DB -tietokannasta, josta löytyy toiminto ”Tuontimäärittelyjen hallinta”. Sitä klikkaamalla avautuu ikkuna, jossa asetetaan tuontimäärittelyt. Määrittelyt voidaan kopioida toiselta projektilta tai vastaavasti täyttää käsin. Tärkeintä on, että sarakkeet on määriteltävä oikein, jotta tieto löytää tiensä Excelistä oikeaan kohtaan kuvassa.



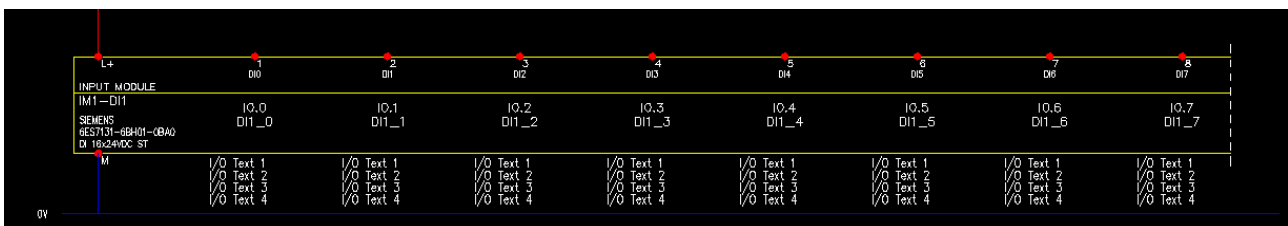
Kuvio 17. Tuontimäärittelyjen hallinta.

Kuviossa 18 vasemmalla näkyvät Excelistä noudetut tiedot ja oikealla linkitykset taulukon sarakkeisiin. Lyhyesti tiivistettynä generointivaiheessa pohjakuviin määritetään, missä kohdassa kuvaa nuo attribuutit esiintyvät ja tuontivaiheessa määritetään, mitä tietoa niissä esitetään. Klikkaamalla

painiketta ”Jatka” nähdään mitä tietoa Excelistä tuodaan kuvien attribuuttien tilalle. Jos kaikki linkitykset täsmäävät, voidaan klikata painiketta ”Tuo”. Tuonti on onnistunut, mikäli tiedot ovat tuostuneet niille kuuluville paikoille. On syytä käydä kuvat vielä huolellisesti läpi, sillä tuontitietoja täydyttäessä sattuu helposti virheitä, jonka vuoksi tiedot eivät näy kuvassa oikein.



Kuvio 18. Tuontimäärittelyjen muokkaus.



Kuvio 19. Esimerkki I/O-tuonnin lopputuloksesta.

Kuviossa 19 on suoritettuna esimerkkituonti, jossa I/O-tekstit, kortin positiotunnus ja kanavaosoitteet IO.0, IO.1, IO.2 jne. on tuotu suoraan Excel-taulukosta. Kytkeänpisteiden tunnuksien sekä kortin tyyppitiedot tuontitoiminto hakee määritellyistä tuotemalleista. Tämän lisäksi tuotetiedot tallentuvat positiotunnuksittain myös projektin tietokantaan.

7 Luettelot

Luetteloita voidaan viedä Excel-taulukkoon millä tahansa CADMATIC-sovelluksella. Toiminto löytyy Electrical DB -tietokanta -valikosta nimellä DB-luettelot. Ennen kuin viedään tietoja Exceeliin kannattaa varmistaa, että jokaisella luetteloon kuuluvalla artikkelilla, kuten laitteella, kaapelilla tai kilellä, on tuotetieto. Tuotetiedosta käyvät ilmi muun muassa laitteen valmistaja, tyyppi ja kuvaus, jotka yleensä halutaan näyttää luetteloissa. Tuotetiedot päästään tarkistamaan kätevästi tietokannasta, josta ne voidaan myös lisätä.

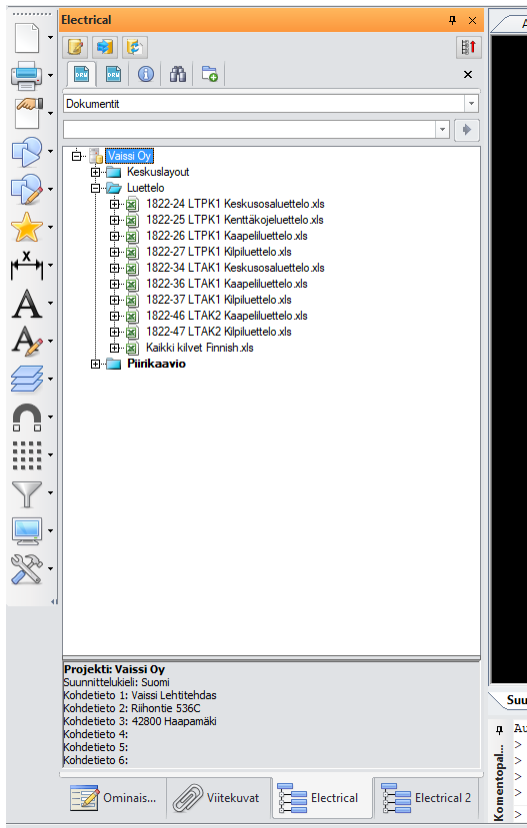
Ensimmäisenä DB-luettelot toiminnossa valitaan taulukkopohja, johon luettelo viedään. Pohjia voidaan luoda itse haluttuun käyttötarkoitukseen. Niihin voidaan määrittää mitä tietoja luettelossa esiintyy. Valinnan jälkeen toiminto esittää automaattisesti esikatselunäkymän löytämistään tiedoista. Tässä kohtaa kannattaa huomioida, että tiedot ovat projektin kaikista laitteista. Mikäli halutaan tulostaa luettelo esimerkiksi yhden keskuksen osalta, voidaan tässä kohtaa tarpeettomat tiedot kätevästi suodattaa pois otsikoiden pudotusvalikoista. Kun luettelossa on halutut tiedot, voidaan klikata painiketta ”Seuraava”, jolloin taulukko tallentuu projektihakemistoon. DB-luettelot näkymästä esitys kuviossa 20.

The screenshot shows the 'Electrical DB -luettelot' application window. At the top, there are settings for 'Aiemmin tallennetut asetukset' (Previously saved settings) and 'Luettelon tyyppi' (Table type). The main area displays a table with columns: Turnus, Kokonumus, Sijainti, Laitetyyppi/Selite, Asiakokonumus, Laiteteksti 1-4, Laitteen laiteyyppi, Suunnittelualaue, Laitteen kuvaus, Häjjestelmä, Laitteen Leveys, Laitteen Pituus, and Laitteen Korkeus. Below the table, there are options to export the data to Excel or PDF, and checkboxes for 'Lisää projektin dokumentiksi' and 'Luo erilliset luettelot ryhmittely perusteella'.

Turnus	Kokonumus	Sijainti	Laitetyyppi/Selite	Asiakokonumus	Laiteteksti 1	Laiteteksti 2	Laiteteksti 3	Laiteteksti 4	Laitteen laiteyyppi	Suunnittelualaue	Laitteen kuvaus	Häjjestelmä	Laitteen Leveys	Laitteen Pituus	Laitteen Korkeus
DOQ1	=Sähkötila+AK-00Q1	=Sähkötila+AK	Kotelo	Sähkötila+AK-00Q1					144		Paakkytyn		35,45	68,1	0
F1	=Sähkötila+AK-F1	=Sähkötila+AK	Laite	Sähkötila+AK-F1					156				17,5	88	69
F2	=Sähkötila+AK-F2	=Sähkötila+AK	Laite	Sähkötila+AK-F2					156				17,5	88	69
F3	=Sähkötila+AK-F3	=Sähkötila+AK	Laite	Sähkötila+AK-F3					156				17,5	88	69
F4	=Sähkötila+AK-F4	=Sähkötila+AK	Laite	Sähkötila+AK-F4					156				17,5	88	69
F5	=Sähkötila+AK-F5	=Sähkötila+AK	Laite	Sähkötila+AK-F5					156				17,5	88	69
F6	=Sähkötila+AK-F6	=Sähkötila+AK	Laite	Sähkötila+AK-F6					156				17,5	88	69
FIM1-A11	=Sähkötila+AK-FIM1-A11	=Sähkötila+AK	Etukojie	Sähkötila+AK-FIM1-A11					9		1-vaihe varokoe		0	0	0
FIM1-A111	=Sähkötila+AK-FIM1-A111	=Sähkötila+AK	Etukojie	Sähkötila+AK-FIM1-A111					9		1-vaihe varokoe		0	0	0
FIM1-A01	=Sähkötila+AK-FIM1-A01	=Sähkötila+AK	Etukojie	Sähkötila+AK-FIM1-A01					9		1-vaihe varokoe		0	0	0
FIM1-A05	=Sähkötila+AK-FIM1-A05	=Sähkötila+AK	Etukojie	Sähkötila+AK-FIM1-A05					9		1-vaihe varokoe		0	0	0
FIM1-D11	=Sähkötila+AK-FIM1-D11	=Sähkötila+AK	Etukojie	Sähkötila+AK-FIM1-D11					9		1-vaihe varokoe		0	0	0
FIM1-D01	=Sähkötila+AK-FIM1-D01	=Sähkötila+AK	Etukojie	Sähkötila+AK-FIM1-D01					9		1-vaihe varokoe		0	0	0
IM1	=Sähkötila+AK-IM1	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1					262				0	0	0
IM1-A11	=Sähkötila+AK-IM1-A11	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A11					262				73	15	58
IM1-A11	=Sähkötila+AK-IM1-A11	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A11					262				73	15	58
IM1-A12	=Sähkötila+AK-IM1-A12	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A12					262				0	0	0
IM1-A12	=Sähkötila+AK-IM1-A12	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A12					262				0	0	0
IM1-A13	=Sähkötila+AK-IM1-A13	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A13					262				0	0	0
IM1-A13	=Sähkötila+AK-IM1-A13	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A13					262				0	0	0
IM1-A14	=Sähkötila+AK-IM1-A14	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A14					262				73	15	58
IM1-A14	=Sähkötila+AK-IM1-A14	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A14					262				73	15	58
IM1-A01	=Sähkötila+AK-IM1-A01	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A01					262				73	15	58
IM1-A01	=Sähkötila+AK-IM1-A01	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A01					262				73	15	58
IM1-A01	=Sähkötila+AK-IM1-A01	=Sähkötila+AK	I/O-kortti	Sähkötila+AK-IM1-A01					262				73	15	58

Kuvio 20. DB-luettelot.

Mikäli luetteloon tulee projektin edetessä muutoksia, voidaan luettelo kätevästi päivittää Electrical-välilehden projektipuusta, kun luetteloasetukset on ensimmäisen kerran tehty. Luettelon suodatuksia ei siis kannata tehdä laitetunnusten perusteella vaan esimerkiksi sijainnin perusteella, jolloin sinne lisätyt laitteet näkyvät tehdyissä suodatuksissa.



Kuvio 21. Projektipu.

8 Ohjeistus

Ohjeistukseen sisällytettiin toimeksiantajan hyväksymät CADMATICillä tehtävät työvaiheet tarvittavassa laajuudessa. Toiveena oli toteuttaa yleispätevä ohjeistus, jonka avulla työvaiheet on helposti suoritettavissa. Toimeksiantajan toiveesta ohjeistuksessa syvennyttään tarkemmin piirikaavio-generointiin, sillä toiminto haluttiin ottaa yrityksessä laajemmin käyttöön. Generointi koostuu

monista vaiheista, jotka on tehtävä järjestyksessä, jotta päästää haluttuun lopputulokseen. Ohjeistus pyrittiin laatimaan niin, että siinä otsikoituja vaiheita voidaan toteuttaa missä tahansa järjestyksessä huolimatta siitä, mitä on tehty ja mitä on vielä tekemättä.

Sisällysluettelo

1 Ohjeen sisältö.....	1
2 Projektin aloitus	2
3 Kuvan luominen ja lisääminen projektille.....	5
4 Piirikaaviotoiminnot.....	10
4.1 Komponenttien lisääminen.....	10
4.2 Symbolien luominen	12
4.3 Johdotus.....	12
5 Piirikaaviopohjien generointi.....	15
5.1 Generointi esimerkki.....	16
5.2 I/O-määrittelyt	21
5.3 I/O-tietojen importointi	25
6 Kokoonpano	30
7 Luettelot.....	37
8 Tulostaminen.....	41

Kuvio 22. Ohjeen sisällysluettelo.

9 Pohdinta

Tavoitteena tässä opinnäytetyössä oli luoda toimeksiantajalle tiivis, mutta kattava ohjeistus CADMATIC-ohjelmistolla tehtäviin sähkötekniistä dokumentointia koskeviin työtehtäviin. Ohjelmiston käyttäjämäärien kasvu sekä toimeksiantajan käyttöönottama tuoreempi ohjelmistoversio toivat mukanaan tarpeen päivittää yrityksen osaamista ja jakaa sitä käyttäjien kesken. Uuden työohjeen myötä käyttäjän on mahdollista tuottaa CADMATICillä tehtävä projekti alusta loppuun, riippumatta käyttäjän kokemuksesta. Sähkötekniinen dokumentointi on hyvin keskeisessä asemassa sähkösuunnittelijan arkea.

Eettisten periaatteiden noudattamista tavoiteltiin läpi koko opinnäytetyöprosessin aina tietope-
rustan kasaamisesta käytännön toteutukseen. Hyvät käytänteet ohjeistuksen laatimisessa olivat

ehdottoman tärkeitä, sillä ohjeen avulla tavoitellaan uuden käyttäjän perehtymisprosessin helpottamista sekä kokeneiden käyttäjien työvaiheiden tehostamista. Dokumenttien esittämistä koskeviin standardeihin nojaten oli luotettavaa laatia ohjeistusta piirikaavioiden tekemiseen. Sen lisäksi huolellisella suunnittelulla ja työn tekemisellä saatiin aikaan hyvä ohjerunko, jota voidaan ajan saatossa täydentää, mikäli se katsotaan tarpeelliseksi.

Tehtävässä päästiin hyvin tavoitteeseen. Ohjeeseen saatiin onnistuneesti sisällytettyä opinnäytetyöprosessin alussa sovitut asiat ja kokonaisuuteen oltiin toimeksiantajan puolesta tyytyväisiä. Toimeksiantajalle toimittamani ohje sai palautetta, jonka myötä muutamiin kohtiin pyydettiin tarkennuksia. Palautteessa pyydettiin esittämään tarkennuksissa ohjearvot kaavioissa esiintyvien symboleiden koon muuttamiselle, jotta saadaan käyttäjien kesken yhteinen toimintapa, joka taas näyttäytyy asiakkaille yhtenevänä tyylinä.

Tällä hetkellä opinnäytetyön tuloksena valmistunutta ohjetta voidaan käyttää projektivaiheiden suorittamiseen sellaisenaan. Ohje luotiin oikean projektin pohjalta, josta keräsin työvaiheet sisällyttäen ne ohjeeseen. Varsinainen seuranta-prosessi ohjeen todellisesta toimivuudesta käynnistyy varmasti vasta myöhemmässä vaiheessa. Myöskään todellisia hyötyjä ei vielä tässä kohtaa voida todeta. Työskentelyn tehokkuuden paraneminen ja perehtymisprosessien nopeutuminen selviää vasta, kun ohjetta päästään käyttämään tarkoituksenmukaisesti.

Ohje tulee varmasti olemaan ajantasainen ja hyödyllinen vielä pitkään. Uusien ohjelmistoversioiden myötä toimintoihin tehdään aika ajoin muutoksia, jolloin ne tulee myös ottaa huomioon ohjeen päivittämisessä. Viimeisimpiä versiopäivityksiä vertaillen suurin osa toiminnoista kuitenkin säilyy ennallaan, joten näin ollen säännöllisillä pienillä päivityksillä ohjeen elinkaarta saadaan pidennettyä. Lisäarvoa työlle tuo edellä mainittujen tavoitteiden täyttymisen lisäksi sen käytössä säilyminen ja mahdollisuus sen päivittämiselle.

Haasteellisin työvaihe koko prosessissa oli ehdottomasti projektin toteuttaminen, jotta saatiin kaasan riittävä määrä tietotaitoa ohjeen laatimiselle. Projekti oli kooltaan itselleni tähän asti suurin ja tuotettavien dokumenttien määrä oli suuri. Minulla oli jonkin verran aikaisempaa kokemusta CADMATICin käytöstä edellisten työtehtävieni ansiosta, mutta tämän kaltaisessa projektissa jou-

duin hyödyntämään enemmän uutta tietoa. Piirikaavioiden generoinnista oli olemassa jonkin verran verkkomateriaaleja sekä muutamia opinnäytetöitä, mutta niiden tekemiseen oli käytetty ohjelmiston vanhempia versioita. Niinpä taitojen kartuttamiseksi oli haastateltava PCS-Engineeringin sähköinsinöörejä. Yrityksen palveluksesta löytyi hyvä määrä eri osa-alueiden osaajia, joten yhdistämällä heiltä saamaani tietoa pääsin projektissa eteenpäin ja lopulta ohjeen tekeminenkin oli mahdollista.

Omat taitoni sähkösuunnittelijana kehittyivät moninkertaisesti prosessin aikana. Opin todella hyödyllisiä menetelmiä projektidokumentation laatimisesta sekä projektiyhteisössä toimimisesta. Lisäksi pääsin näkemään läheltä, millaisia erilaisia teollisuuden sähköteknisiä ratkaisuja voidaan tehdä ja miksi niitä kannattaa tehdä. Pääsin myös itse sopimaan niistä lopullisen asiakkaan kanssa. Taitoni tutkijana kehittyivät myös huomattavan paljon, sillä tietoa hankkiessa tulee tehdä jatkuvaa analysointia tiedon oikeellisuudesta sekä lukiessa että kirjoittaessa.

Lähteet

European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC). N.d. SESKO ry. Viitattu 24.10.2021. https://www.sesko.fi/standardit/iec_ja_cenelec

Huhtala, J. 2021. Projektipiirikaavioiden generointi pohjakuvia hyödyntäen. Opinnäytetyö, AMK. Satakunnan ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Viitattu 24.10.2021. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202104114579>

International Electrotechnical Commission (IEC). N.d. SESKO ry. Viitattu 22.10.2021. https://www.sesko.fi/standardit/iec_ja_cenelec

Joustavuutta työpaikalla, haasteita ja ainutlaatuinen ympäristö, 2021. CADMATIC. Viitattu 4.10.2021. <https://www.cadmatic.com/fi/yritys/>

Kolehmainen, P. & Rieskaniemi, M. 2014. Teollisuuslaitteistojen dokumentointi. Opinnäytetyö, AMK. Centria ammattikorkeakoulu, Sähkötekniikan koulutusohjelma. Viitattu 1.12.2021. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014061112631>

Lauttamus, O. 2018. Piirikaavioiden generointi. Opinnäytetyö, AMK. Vaasan ammattikorkeakoulu, sähkötekniikka. Viitattu 13.11.2021 <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201805199070>

Nurminen, M. 2021. Laatujärjestelmän mukaiset sähkötekniset dokumentit. Opinnäytetyö, AMK. Tampereen ammattikorkeakoulu, sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Viitattu 1.12.2021. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202105077761>

PCS-Engineering Oy, 2021. Kauppalehti. Viitattu 4.10.2021. <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/pcsengineering+oy/19302199>

Prosessiteollisuuden laadukas ja luotettava kumppani, 2018. PCS-Engineering Oy. Viitattu 4.10.2021. <https://pcs-engineering.fi/>

SFS-EN 61082-1:2015. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt.
3.painos. SESKO Standardization in Finland. Viitattu 22.10.2021. <https://janet.finna.fi/>, SFS Online.