



Piirikaaviosuunnittelun kehitys tietokantapohjaisella suunnitte- luohjelmistolla

Erik Rajala

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2019

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Automaatiotekniikka

RAJALA, ERIK:

Piirikaaviosuunnittelun kehitys tietokantapohjaisella suunnitteluohjelmistolla

Opinnäytetyö 47 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Huhtikuu 2019

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Elomatic Oy:n suunnitteluprosessia hyödyntämällä Eplan Engineering Configuration One -ohjelmaa, jolla pyrittiin vähentämään toistuviin tehtäviin kuluvaan aikaan. Yrityksessä oli käytössä Eplan Electric P8 -suunnitteluohjelmisto ja siihen yhdistetty Engineering Configuration One -ohjelmisto, jolla voidaan generoida piirikaavioita Excel-taulukosta. Ohjelmiston käyttö vaati kehittämistä ja tutkimista, mitä sillä on mahdollista ja kannattavaa generoida. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin ohjelmiston soveltuvuutta sähköistys- ja instrumentointipiirikaavioiden tekemiseen.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin luotua ohjeet, joiden mukaan tulevat piirikaaviomakrot luodaan ja miten makrokirjastot järjestellään. Näitä tullaan kehittämään jatkossa. Lisäksi opinnäytetyössä luotiin mallimakroja erilaisille moottorilähdöille, mittalaitteille ja automaatioliitynnöille. Moottorilähtöjen generoinnissa käytettiin ominaisuutta, joka mahdollistaa piirikaavion luomisen syöttämällä taulukkoon vain moottorin teho. Osa opinnäytetyön tuloksista, kuten piirikaaviomakrot, ovat luottamuksellisia ja poistettu julkisesta raportista.

Osana opinnäytetyötä käytettiin tuotettua materiaalia ja piirikaavioiden automaattista generointia hyväksi eräässä todellisessa projektissa. Tämän seurauksena huomattiin, että suunnitteluautomaatio tuo mukanaan myös erilaisia haasteita, joiden ratkomiseen saattaa kulua aikaa, jolloin pienet projektit eivät välttämättä ole kannattavia käyttökohteita.

Ongelmalliseksi Engineering Configuration One -ohjelmistoa käytettäessä osoitautui lähtötietojen siirtäminen Excel-taulukkoon sellaisessa muodossa, joka olisi helposti muokattavissa. Tähän tullaan myöhemmin kehittämään jonkinlainen rajapinta, jossa hyödynnetään esimerkiksi Microsoftin Access -ohjelmistoa. Tämä työ oli vain rajallinen katsaus suunnitteluautomaatioon ja sen tarjoamia mahdollisuuksia tulisi tutkia tarkemmin.

Asiasanat: suunnitteluautomaatio, piirikaavio

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering
Automation Engineering

RAJALA, ERIK:

Development of Circuit Diagram Design with Database-based Design Software

Bachelor's thesis 47 pages, appendices 2 pages
April 2019

The purpose of the thesis was to develop the design process of Elomatic Oy by utilizing Eplan Engineering Configuration One that reduces the time spent on repetitive tasks. The company used the Eplan Electric P8 design software and the associated Engineering Configuration One software to generate circuit diagrams from Excel table. The use of the software required development and investigation of what is possible and profitable to generate. This thesis examined the suitability of the software for making electrification and instrumentation circuit diagrams.

As a result of this thesis, instructions were developed to facilitate the process of creating future circuit diagram macros and to organize the macro libraries. In addition, model macros were created for different motor starters, measuring devices and automation interfaces. In the generation of motor starters, a feature was used to allow the circuit diagram to be created by entering only the power of the motor to the table. Some of the results of the thesis, such as circuit diagram macros, are confidential and removed from the public report.

As part of the thesis, the material produced and the automatic generation of circuit diagrams was utilized in a real project. It was discovered that design automation also brings with it various challenges. Therefore small projects may not to be profitable applications.

In order to use Engineering Configuration One software, the initial data should be transferred into an Excel spreadsheet that is editable. An interface needs to be developed later using, for example, Microsoft's Access software. This work was just a glance into the design automation and the possibilities it brings with it should be explored further.

Key words: design automation, circuit diagram

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SUUNNITTELUOHJELMISTOT	7
	2.1 Eplan Electric P8	7
	2.2 Eplan-makrot	8
	2.3 Eplan Engineering Configuration One (EEC One)	8
3	SUUNNITTELUN KEHITYSTYÖ	11
	3.1 Kehityksen tavoitteet	11
	3.2 Kustannuksia virheistä	11
	3.3 Suunnittelu konfiguraattorilla	12
4	TUNNISTUS- JA YKSILÖINTIJÄRJESTELMÄT	15
	4.1 Yleisimmin käytetyt standardit	15
	4.2 Nimeämisjärjestelmä Eplan-ohjelmistossa	16
5	VÄYLÄT	20
	5.1 Väylien esitystavat	20
	5.2 Väyläkaavioiden generointi	23
6	MAKROJEN SUUNNITTELU	24
	6.1 Suunnitteluun käytetyt standardit	24
	6.2 Makrokirjasto ja nimeämiskäytännöt	25
	6.3 Eplan-makron luominen	26
	6.4 EEC One -makron luominen	27
	6.5 Instrumentoinnin makrot	29
	6.6 Sähköistyksen makrot	31
	6.7 Automaatiomakrot	34
7	PIIRIKAAVIoidEN GENEROINTI	40
	7.1 EEC Onen käyttö	40
	7.2 Excelin käyttö	41
	7.3 Esimerkkiprojekti	42
8	POHDINTA	44
	LÄHTEET	45
	LIITTEET	46
	Liite 1. Sylinteri kahdella rajalla	46
	Liite 2. Suora moottorilähtö 400 V	47

LYHENTEET JA TERMIT

Counter	Eplan tunnistusjärjestelmän osa, laskuri
Device tag, DT	Eplan-ohjelmistossa laitteen yksilöllinen positiotunnus
EEC1, EEC One	Eplan Engineering Configuration One, konfiguraattori
I/O	Input/Output eli siirräntä. Inputit eli tulot ovat komponentin vastaanottamat signaalit ja Outputit eli lähdöt ovat komponentin lähettämät signaalit.
Identifier	Eplan tunnistusjärjestelmän osa, joka koostuu useimmiten objektia kuvaavista kirjaimista.
KKS	Kraftwerk-Kennzeichen-System, Identification System for Power Plants, nimeämisjärjestelmä voimalaitoksiin
Konfiguraattori	Ohjelma, jolla useammasta eri vaihtoehdosta voidaan valita kyseisessä tilanteessa tarvittavat, jolloin saadaan haluttu kokoonpano.
Navigaattori	Ikkuna Eplanissa, jolla voidaan tarkastella ja muokata tietokantaa.
Placeholder-objekti	Eplan-ohjelmistossa objekti, joka pitää sisällään muutujia.
PLC	Programmable logic controller eli ohjelmoitava logiikka on automaatioprosessien yhteydessä käytetty tietokone.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
SIA	Sähkö, instrumentointi ja automaatio
Structure identifier	Rakenteellinen nimittäjä, Eplanissa komponenteille ja sivuille on omat nimet.
Typical-taulukko	Excel-taulukko EEC Onessa, joka sisältää makrojen muuttujat ja valitut makrot.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on osa Elomatic Oy:n kehitysprojektia, jossa pyritään kehittämään suunnittelun tehokkuutta ja laatua. Yksi tapa lisätä tehokkuutta on suunnittelun automatisointi. Automatisointi nopeuttaa erityisesti erilaisten toistuvien piirikaavioiden suunnittelua. Tässä työssä perehdytään piirikaavioiden automaattiseen generointiin Eplan-ohjelmistoympäristössä hyödyntäen Eplan Electric P8- ja Eplan Engineering Configuration One -ohjelmistoja. Suunnittelussa toistuvia piirikaavioita ovat esimerkiksi moottoripiirikaaviot ja instrumentoinnin piirikaaviot, joissa esitetään erilaiset anturit ja mittalaitteet. Työssä tutkitaan tietojen automaattista siirtoa ohjelmasta toiseen, mikä tukee tulevaisuuden projekteja.

Kehitysprojektissa on tarkoitus aikaansaada ohjeisto, miten erilaisiin nimeämisjärjestelmiin perustuvia teollisuussuunnitteluja voidaan toteuttaa Eplanin avulla. Lisäksi tuotetaan piirikaaviopohjia, joita hyödynnetään EEC Onella generoitaessa.

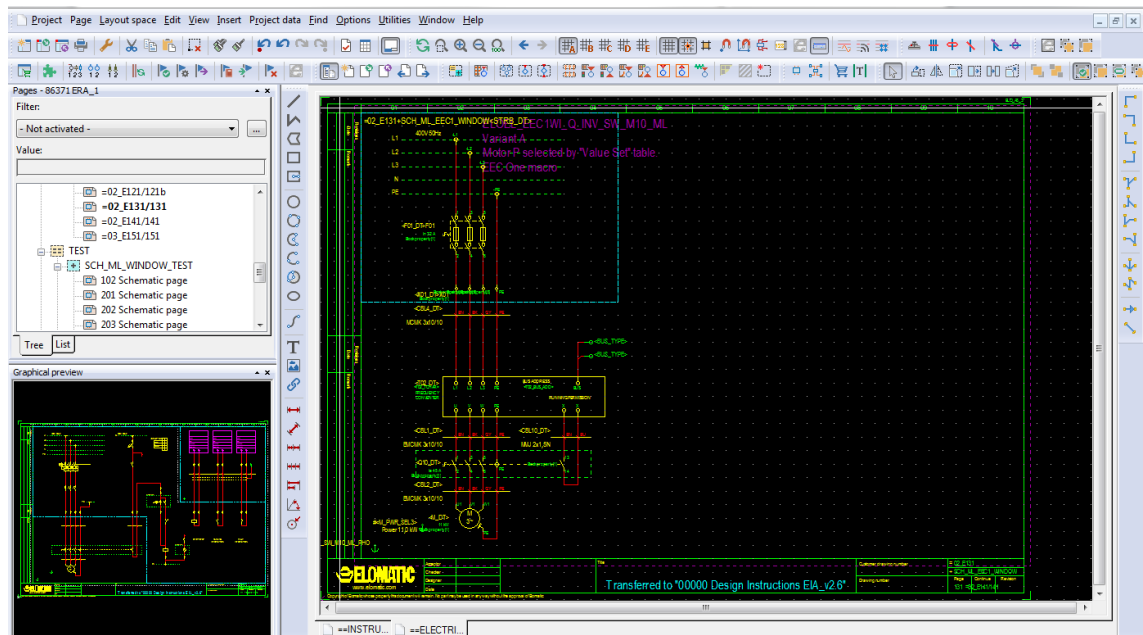
Väyläesityksien aikaansaamiseksi luodaan ohjeisto hyvän järjestelmäkaavion luomiseen. Ohjeistoa ja opinnäytetyöstä syntyvää materiaalia ei sellaisenaan ole tarkoitus ottaa käyttöön yrityksen jokapäiväisessä suunnittelussa, vaan ne toimivat pohjana jatkokehitykselle.

Opinnäytetyö tehdään Elomatic Oy:lle. Elomatic on insinöörisuunnittelutoimisto, joka tarjoaa konsultointi-, suunnittelu-, tuotekehitys- ja projektinhallintapalveluita sekä tuotteita ja kokonaisratkaisuja teollisuusyrityksille sekä julkisen sektorin organisaatioille.

2 SUUNNITTELUOHJELMISTOT

2.1 Eplan Electric P8

Eplan Electric P8 on tietokantapohjainen suunnitteluohjelmisto, joka soveltuu sähkö- ja automaattisuunnitteluun ja projektinhallintaan. Ohjelmiston mukana tulevien symbolikirjastojen lisäksi Elomaticilla on omia symbolikirjastoja. Työssä käytetty ohjelmistoversio on 2.6. Kuvassa 1 on esitetty ohjelman käyttöliittymä. Lisäksi Eplan-ohjelmistossa on erilaisia navigaattoreita, joiden avulla voidaan käsitellä tietokantaa. (Eplan 2019.)



KUVA 1. Eplan Electric P8 käyttöliittymä

Ohjelmistosta pystytään generoimaan automaattisesti tekniseen dokumentaatioon tarvittavia listoja, kuten riviliitinlistat ja osaluettelot. (Eplan 2019.)

2.2 Eplan-makrot

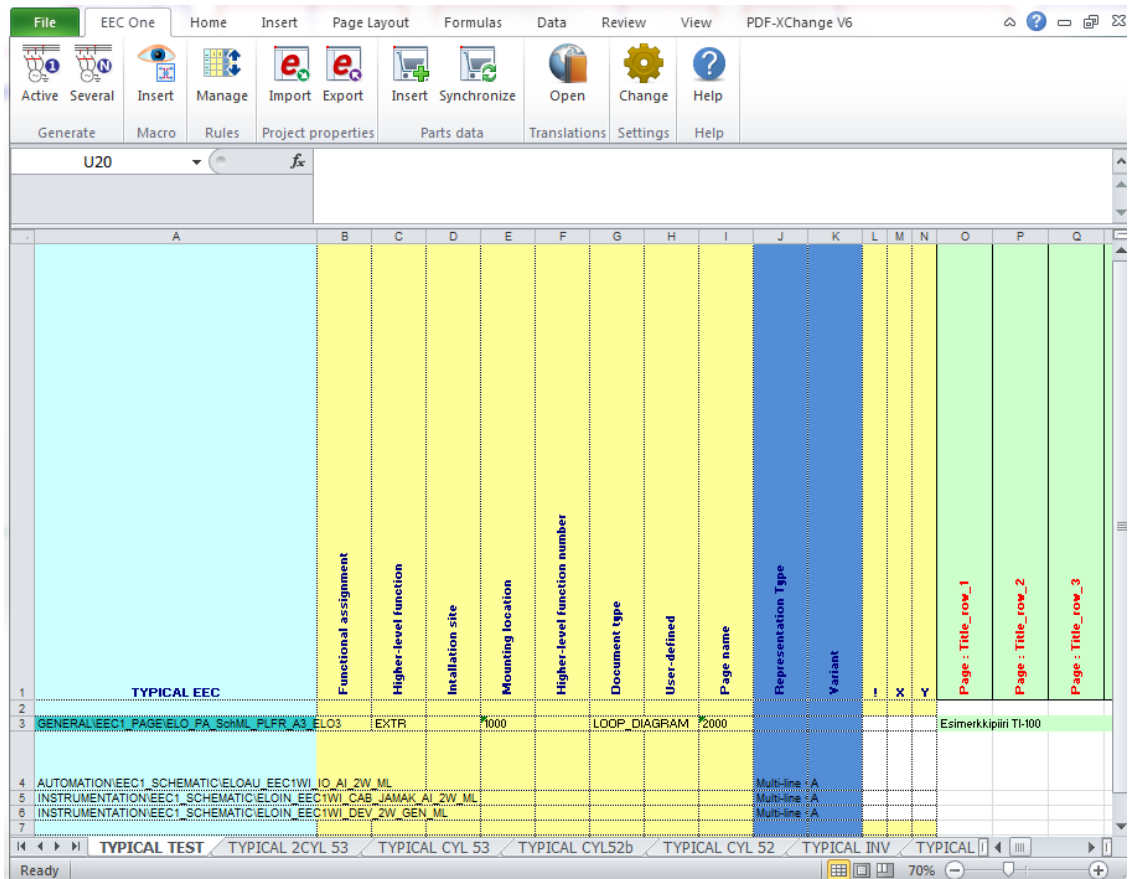
Eplanissa makrot ovat valmiita piirikaavioleikkeitä, joiden tarkoitus on nopeuttaa piirikaavioiden suunnittelua. Makroa kopioimalla voidaan luoda useita samanlaisia piirikaavioita, joihin muutetaan esimerkiksi vain laitteiden tunnukset.

Makrot voivat olla sivu- eli page-makroja, ikkuna- eli window-makroja tai symboli- eli symbol-makroja. Tässä työssä luodut makrot ovat pääasiassa ikkunamakroja, jotka sisältävät osan piirikaaviosta. Sivumakroista voidaan luoda projektiin kokonaisia sivuja. Sivumakroja käytettiin piirikaavioiden kehyksien luomiseen, jolloin makro luo sivun, johon ikkunamakrot voidaan luoda. Symbolimakrot toimivat samalla tavalla kuin ikkunamakrot, mutta sisältävät usein vain yhden laitteen tiedot.

2.3 Eplan Engineering Configuration One (EEC One)

Eplan Engineering Configuration One on osa Eplan-tuoteperhettä. Kuten nimestäkin voi päätellä, ohjelma on konfiguraattori. Jaakohundan (2011, 124) mukaan konfiguraattorilla voidaan useammasta eri vaihtoehdosta valita kyseisessä tilanteessa tarvittavat, jolloin saadaan haluttu kokoonpano. EEC Onella valitaan lähtötietojen perusteella makrokirjastoon ennalta luoduista makroista yhdistelmiä, joilla piirikaaviot generoidaan.

EEC One on Microsoft Excel -pohjainen ja siitä löytyvät kaikki samat toiminnot kuin Excelistäkin. Excelin toimintojen lisäksi ohjelma sisältää työkaluja, jotka on tarkoitettu piirikaavioiden generointiin, kuten komponenttikanta ja makron sääntöjen hallinta. Kuvassa 2 on esitetty EEC Onen käyttöliittymä.



KUVA 2. EEC One -ohjelman käyttöliittymä

Käyttöliittymän ylälaudassa näkyy EEC One -välilehti, jolta löytyvät kaikki tarvittavat työkalut piirikaavioiden generointiin. Näkyvässä olevan typical-taulukon vasemmassa laidassa on valittujen makrojen nimet, keskellä on sivun tiedot ja oikealla makrojen sisältämien muuttujien arvot. Typical-taulukon nimi tulee aina alkaa sanalla typical, mutta nimen päätteen saa valita vapaasti. Esimerkissä on tehty omat typical-taulukot jokaiselle venttiilityypille, kuten 5/3-venttiili ja 5/3-venttiili kahdella sylinterillä.

Piirikaaviomakroja voi tuoda EEC Oneen vetämällä makrokirjastosta. Ohjelma luo automaattisesti kentät makrossa oleville muuttujille. Mikäli muuttujan arvo jätetään tyhjäksi, ohjelma lukee sarakkeen ylimmän arvon kuvia generoitaessa. Tämän vuoksi olisi hyvä antaa tyhjiin kenttiin esimerkiksi alaviiva.

Käytettäessä konfiguraattoria lähtötietojen laatu korostuu. Jotta kuviin ei jouduta tekemään muutoksia enää generoinnin jälkeen, lähtötiedoissa ei saa olla puutteita. Kun kuvia on jo generoinnin jälkeen muokattu ja joudutaan generoimaan uudestaan, kaikki aikaisemmin tehdyt muutokset häviävät, sillä EEC One generoi jo olemassa olevien sivujen päälle. Makroja voidaan kuitenkin asettaa pois päältä niin, että ne eivät generoidu. Tämä tapahtuu syöttämällä "!"-sarakkeeseen huutomerkki kyseisen makron riville.

3 SUUNNITTELUN KEHITYSTYÖ

3.1 Kehityksen tavoitteet

Kuten montaa muutakin asiaa, suunnittelun kehitystä ohjaa pitkälti kehitystyöstä saatavat rahalliset hyödyt. Suunnittelutoimistolle tärkeitä asioita ovat projektin lyhyt läpimenoaika ja tuotteen hyvä laatu, jolloin asiakastyytyväisyys ja kilpailukyky säilyvät. Asiakkaalle oleellisia asioita ovat rahalliset säästöt, lopputuotteen toimivuus ja toimintavarmuus, jonka kautta ylläpitokustannukset pienenevät.

Eri asiakkailla voi olla hyvinkin erilaiset vaatimukset laadusta. Tuotteen laadun pitäisi vastata mahdollisimman hyvin asiakkaan vaatimustasoa. Liian korkea tai huono laatu aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. (Suomen Automaatioseura ry 2001, 5.)

3.2 Kustannuksia virheistä

Lähtötiedot tulisi olla selkeät ennen suunnitteluprosessin alkua. Suunnittelussa syntyvät virheet voivat johtua muun muassa lähtötietojen puutteellisuudesta, huolimattomuudesta tai tiedonkulun ongelmista. Suunnittelu saatetaan aloittaa kiireellisten aikataulujen vuoksi puutteellisilla lähtötiedoilla. Ikävä todellisuus on se, että usein lähtötiedot muuttuvat vielä prosessin loppupuolella, jolloin riippuen muutoksen suuruudesta se saattaa aiheuttaa mittavia rahallisia kuluja.

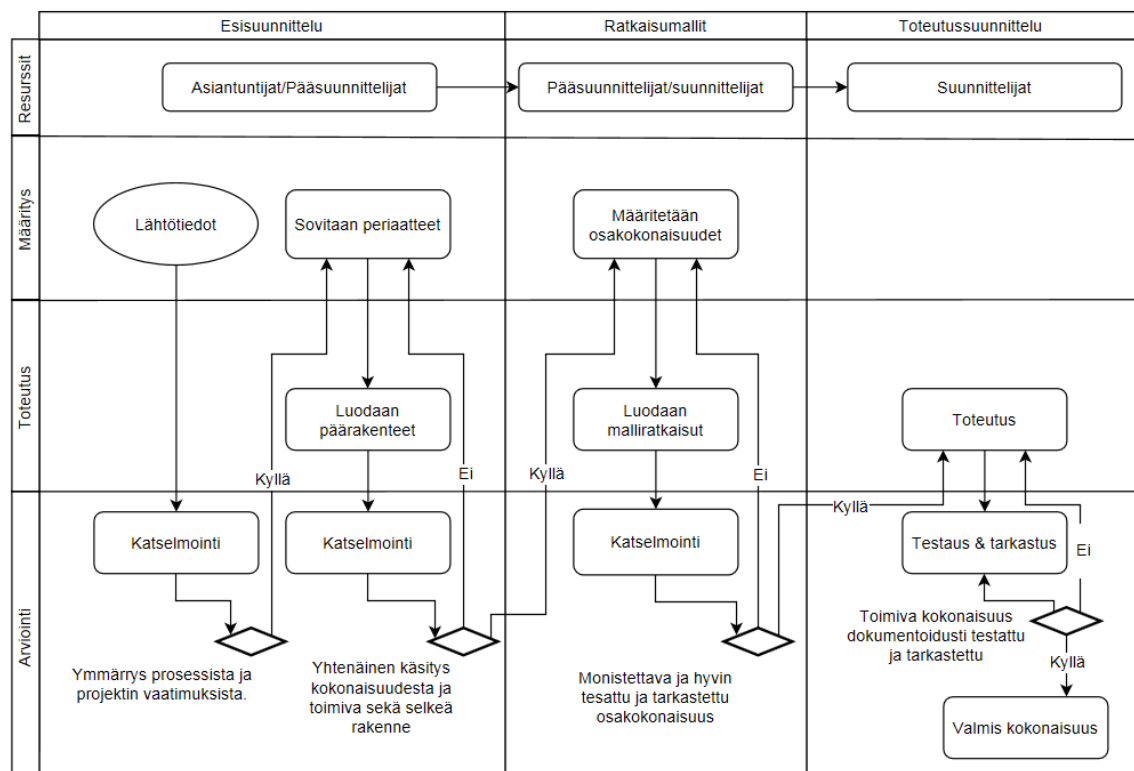
Pieniin muutoksiin pystytään varautumaan esimerkiksi ylimitoittamalla kaapeleita tai varaamalla niihin lisää johtimia. Tämä kuitenkin aiheuttaa taas lisäkustannuksia, jotka pitäisi saada minimiin toiminnan kannattavuuden vuoksi.

Virheitä voitaisiin vähentää tarkastelemalla tehtyjen ratkaisujen hyvyttä jo suunnitteluprosessin aikana. Kokonaisprosessin jokaisen osakokonaisuuden aikana ja sen jälkeen tulisi tarkastaa tuotetun aineiston oikeellisuus ja jo siinä vaiheessa tehdä vaadittavat muutokset.

Koska yhdessä projektissa on yleensä mukana useamman eri alan ja osa-alueen suunnittelijoita, jotka tarvitsevat lähtötietoja toisiltaan eri projektin vaiheissa, ongelmia aiheuttaa myös tiedonkulun puutteellisuus. Tämän takia olisi hyvä nimetä tiedon kulusta vastaavat henkilöt.

3.3 Suunnittelu konfiguraattorilla

Projektin eri vaiheita ovat esisuunnittelu, ratkaisumallit ja toteutussuunnittelu, kuten kuvassa 3 on esitetty. Esisuunnittelussa ei välttämättä vielä synny mitään konkreettista dokumentaatiota, vaan piirikaaviot ja luettelot luodaan vasta toteutussuunnittelussa. EEC Onella pyritään nimenomaan vähentämään toteutussuunnitteluun kuluva aikaa. Kun piirtämiseen kuluva aika vähenee, jää enemmän aikaa käytettäväksi itse suunnittelutyöhön.

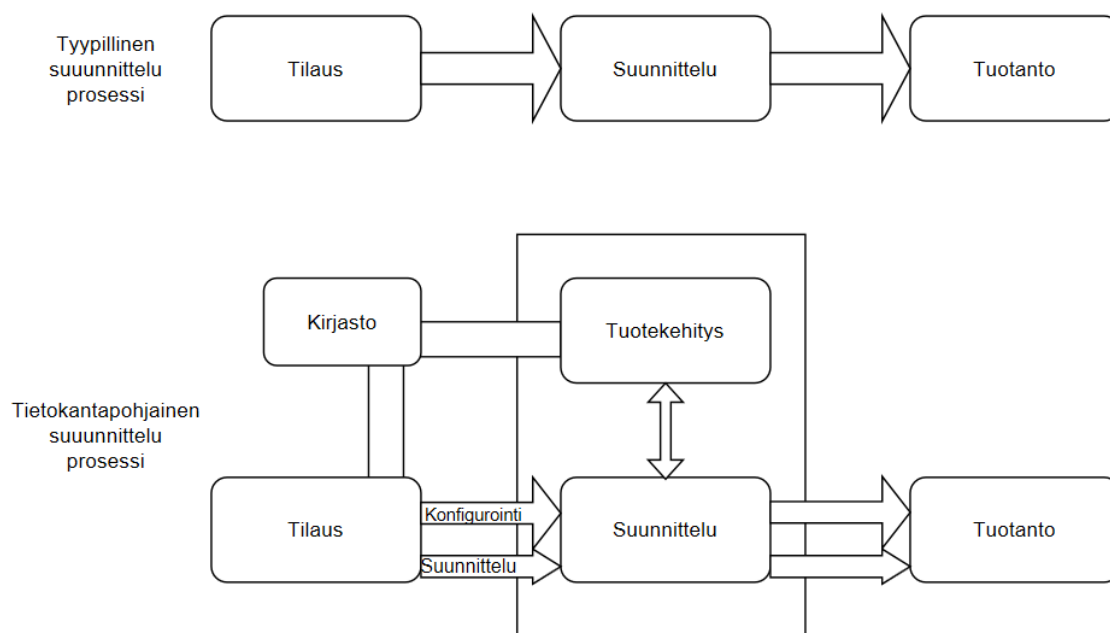


KUVA 3. SIA-suunnitteluprosessi (Elomatic Oy 2016, muokattu)

Tilauksen perusteella konfiguroiminen soveltuu erityisesti koneenrakennukseen tai muihin konfiguroitaviin tuotteisiin, joissa valmistettavat tuotteet voivat olla

hyvin samanlaisia, mutta sisältävät vain vähän asiakaskohtaista variointia. Tällöin päärakenteet ja malliratkaisut pysyvät samankaltaisina. Asiakkaan tarpeiden mukaan voidaan täyttää esimerkiksi vakioitu tilauskaavake, johon on listattu kaikki tarpeelliset lähtötiedot, jotta kone voidaan rakentaa. Nämä voidaan syöttää konfiguraattoriin, joka hakee automaattisesti oikeat makrot ja tulostaa piirikaaviot ja luettelot.

Kuvan 4 yläalaidassa on esitetty tavanomaisen projektin kulku, jossa kaikki suunnitellaan ja piirretään alusta alkaen uudestaan. Alalaidassa on esitetty ideaalisempi tietokantapohjaisen suunnitteluprojektin kulku, jossa neljä viidesosaa saadaan jo tehdyistä piirikaavioista ja malliratkaisuista ja vain viidennes suunnitellaan uutta. Tästäkin viidenneksestä osa, kuten projektissa luodut piirikaaviomakrot, saadaan vietyä kirjastoon ja sitä kautta tuleviin projekteihin.

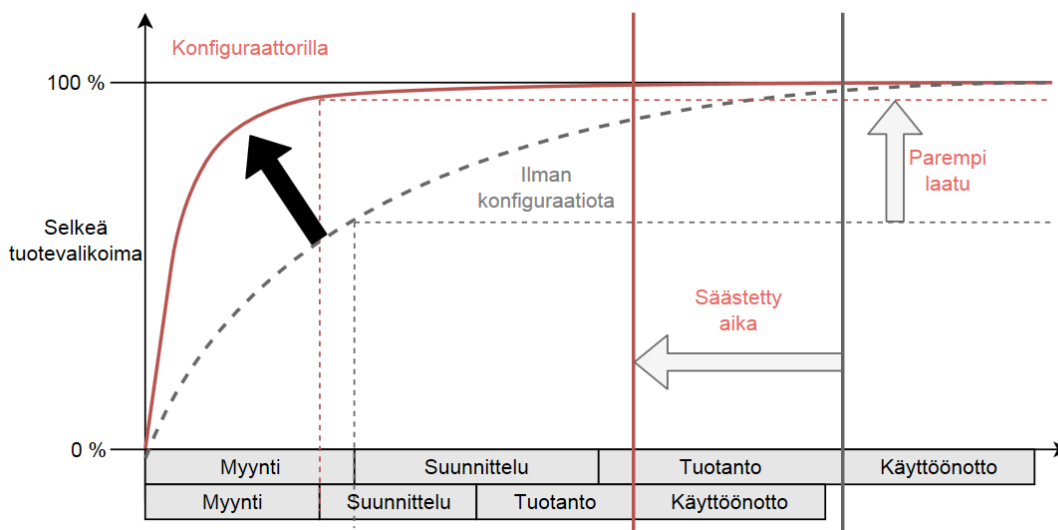


KUVA 4. Tietokantapohjaisen suunnitteluprosessin eteneminen (Eplan, muokattu)

Lyhyellä aikavälillä tarkasteltuna tyypillinen suunnitteluprosessi on houkutteleva, sillä se on halvempi ja nopeampi, sillä kehitystyö syö osan projektiin varatuista resursseista ja myös kirjaston ylläpito vaatii resursseja. Tällaisen kirjaston käyttöönotto on aluksi kallista ja aikaa vievää, mutta kirjaston kasvaessa koko ajan kattavammaksi, siitä saatava hyöty kasvaa. Näin ollen pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna tietokannan perustaminen on kannattavaa.

Konfiguraattoria käyttämällä piirikaavioita piirrettäessä syntyvät virheet vähenevät, projektin läpimenoaika lyhenee ja työn tuottavuus paranee (Tiihonen, Soinen 1998, 12).

Kuvassa 5 on esitetty kuvaaja, jossa esitetään konfiguroinnin tuomia hyötyjä. Konfiguraattoria käytettäessä myynnin jälkeen on jo noin 80 % suunnittelutyöstä tehty. Näin ollen jää aikaa enemmän muuhun. Suunnitteluun kuluva aika vähenee automaation avulla. Tuotantoon kuluva aika vähenee, kun kuvien laatu paranee ja suunnittelua ei enää tapahdu tuotannon aikana.



KUVA 5. Konfiguraation vaikutus laatuun ja projektiin kuluvaan aikaan (Eplan, muokattu)

4 TUNNISTUS- JA YKSILÖINTIJÄRJESTELMÄT

On olemassa eri tarkoitukseen luotuja tunnistus- eli yksilöintijärjestelmiä. Tällaisia ovat esimerkiksi:

- tuotenumerointijärjestelmä, jota käytetään tuotetyypin tunnistamiseen
- sarjanumerojärjestelmä, jota käytetään yksittäisen tuotteen tunnistamiseen
- tilausnumerojärjestelmä, jota käytetään tilausten/sopimusten tunnistamiseen
- viitetunnusjärjestelmä, jota käytetään kohteen tunnistamiseen järjestelmässä tai laitoksessa. (SFS käsikirja 16 2003, 37.)

Tässä kohdassa tarkastellaan lähinnä viitetunnusjärjestelmiä, joista käytetään myös nimiä positiointijärjestelmät tai positiointistandardit.

4.1 Yleisimmin käytetyt standardit

Tässä kohdassa tutkitaan positiointistandardin vaikutusta piirikaavioiden automaattiseen generointiin. Positiointistandardeja on lukuisia ja niistä monet muistuttavat toisiaan, mutta ne ovat vähän erimuotoisia ja räätälöity juuri tiettyihin tarkoituksiin. Positiointistandardien tarkoitus on antaa ohjeet jokaisen komponentin yksilölliseen nimeämiseen. Joissakin standardeissa annetaan ohjeet myös dokumentaation hierarkiaan ja nimeämiseen.

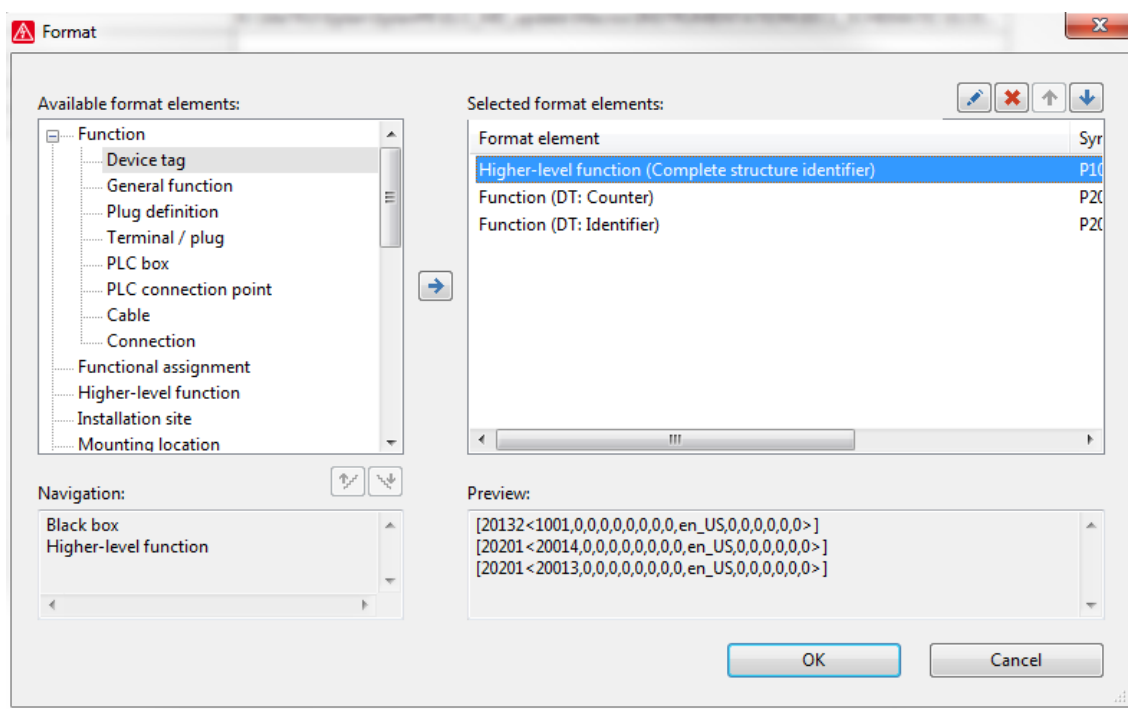
Yleisimmät Elomaticissa käytetyt positiointijärjestelmät perustuvat standardeihin SFS-EN 81346-1 ja SFS-EN 81346-2. SFS-standardin lisäksi on käytössä useita asiakaskohtaisia positiointistandardeja. Voimalaitoksissa on käytössä yleisesti KKS-järjestelmä. (Nummelin 2018.)

Muodoltaan SFS 81346-1 -standardin mukainen nimeämisjärjestelmä soveltuu hyvin käytettäväksi Eplan-ohjelmistossa, koska ohjelmistossa käytettävät välimerkit ovat samoja kuin standardissa. Lisäksi standardin esittelemät eri näkökannat ovat sovellettavissa Eplanin-tunnusjärjestelmään.

Eplanissa voidaan käyttää hyödyksi block property format -toimintoa, jolla voidaan muokata, miten laitteen tunnus näkyy piirikaaviossa. Toiminto ei muokkaa tunnusta tietokannassa, vaan luo käytännössä uuden tekstikentän piirikaavioon, jossa voidaan esittää laitteen tunnus halutussa muodossa, josta voidaan esimerkiksi poistaa välimerkit. Block property format -toimintoa käytettiin myös yhdessä value set -toiminnon kanssa siten, että value set -taulukkoon syötettiin block property format -muuttujan arvoja, joilla positiotunnus saatiin eri standardien mukaiseen muotoon.

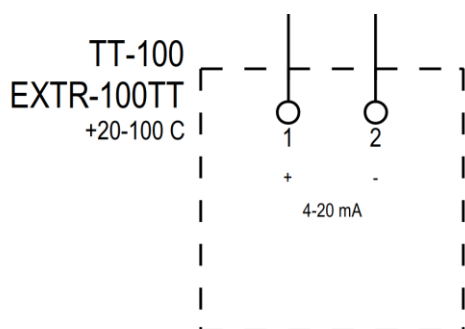
Value set -toiminnolla voidaan tehdä taulukko, johon voidaan asettaa muuttuja, jonka mukaan joukko muita muuttujia saavat arvon ennalta asetellun taulukon mukaisesti. Value set -toimintoa on käytetty myös sähköistyksen makroja tehtäessä.

Kuvassa 7 on esitetty valikko, jolla block property format -muuttujan sisältö pysytään muotoilemaan. Vasemmalla olevasta valikosta voidaan valita, mitä asioita halutaan näkyviin. Valinta tallentuu Eplaniin kuvassa alaoikealla näkyvän koodin muotoon, joka voidaan syöttää value set -taulukkoon.



KUVA 7. Block property format -toiminnon valikko

Kuvassa 8 on esitetty lämpötilalähetin, jonka tunnus on esitetty kahdella eri tavalla. Oletusarvoisesti tunnus esitetään ylempään tunnuksen mukaisessa muodossa. Alempi tunnus on muodostettu muotoilemalla block property format -kentän sisältö mielivaltaisesti. Laitteen koko tunnus on esitetty kuvassa 9 olevassa device tag -valikossa. Tunnuksen osa EXTR ei näy ylempässä tunnuksesta, koska se on esitetty sivun otsikkokentässä. Jos jokin osa laitteen tunnuksesta näkyy jo sivun otsikkokentässä tai muussa määrättyssä paikassa, se voidaan supistaa pois, jolloin kuvan luettavuus paranee (SFS Käsikirja 619 2015, 40).



KUVA 8. Lämpötilalähetin kahdella erilaisella tunnuksella

Kuvassa 9 on syötetty arvo -100 kohtaan DT counter. Vastaavaa tunnusta ei voida generoida EEC Onella oikein, koska ohjelma katkaisee tunnukset väli-merkin kohdalta siten, että -100 tulostuu kohtaan subordinate DT counter. Oikea kohta arvolle on DT counter kuten kuvassa 9 on esitetty. Subordinate DT osaa tunnuksesta voitaisiin käyttää kuvaamaan esimerkiksi moottorin termistoria -M100-T1. Tunnuksessa -M on moottorin identifier ja 100 on moottorin counter. -T on termistorin identifier ja 1 on termistorin counter.

Displayed DT:

Full DT:

Structure identifiers:

Structure		Value
Higher-level function	=	EXTR
Mounting location	+	1000

Prefix:

Identifier:

Counter:

Subcounter:

DT:

Subordinate DT:

KUVA 9. Eplanin device tag -valikko

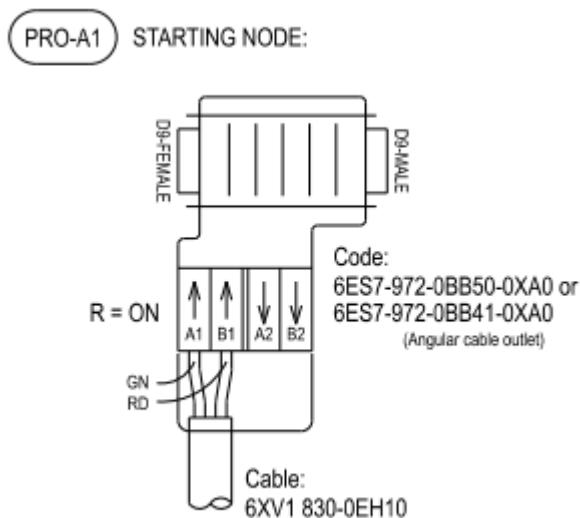
5 VÄYLÄT

5.1 Väylien esitystavat

Laitteista, jotka liittyvät väylään, voidaan tehdä järjestelmäkaavio. Järjestelmäkaaviossa olisi hyvä esittää ja siitä tulisi selvitä seuraavat asiat:

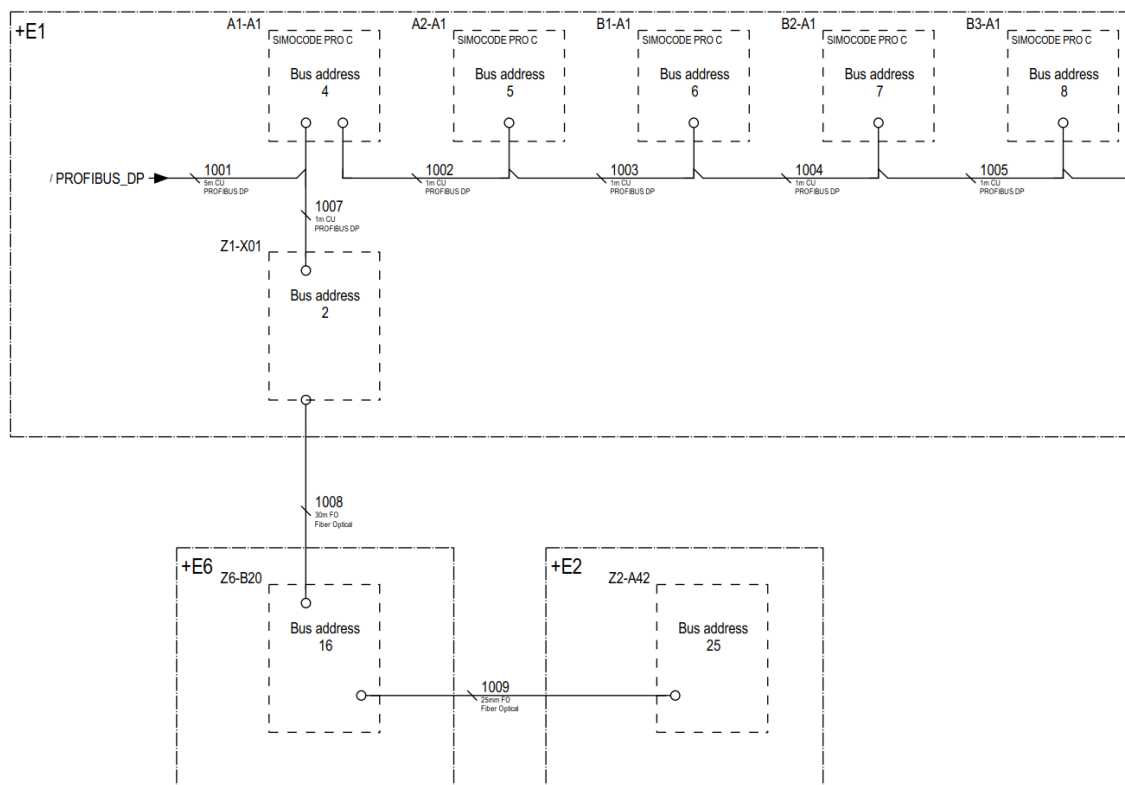
- laitteet, jotka liittyvät väylään ja niiden tunnuksukset
- laitteiden osoitteet
- kaapeleiden tunnuksukset
- kytkennät
- topologiat
- päätevastukset.

Kytkenät voidaan esittää suoraan yksiviivaisessa järjestelmäkaaviossa. Usein kuitenkin on selkeämpää merkitä järjestelmäkaavioon vain viittaus erilliseen ohjeeseen, jossa voidaan esittää kytkennät erityyppisiin liittimiin. Kuvassa 10 on esitetty esimerkki Profibus DP -väylän liittimien kytkennöistä. Järjestelmäkaavioon voidaan lisätä esimerkiksi vain viittaus PRO-A1, kertomaan kytkennän tyyppin. (Nummelin 2018.)



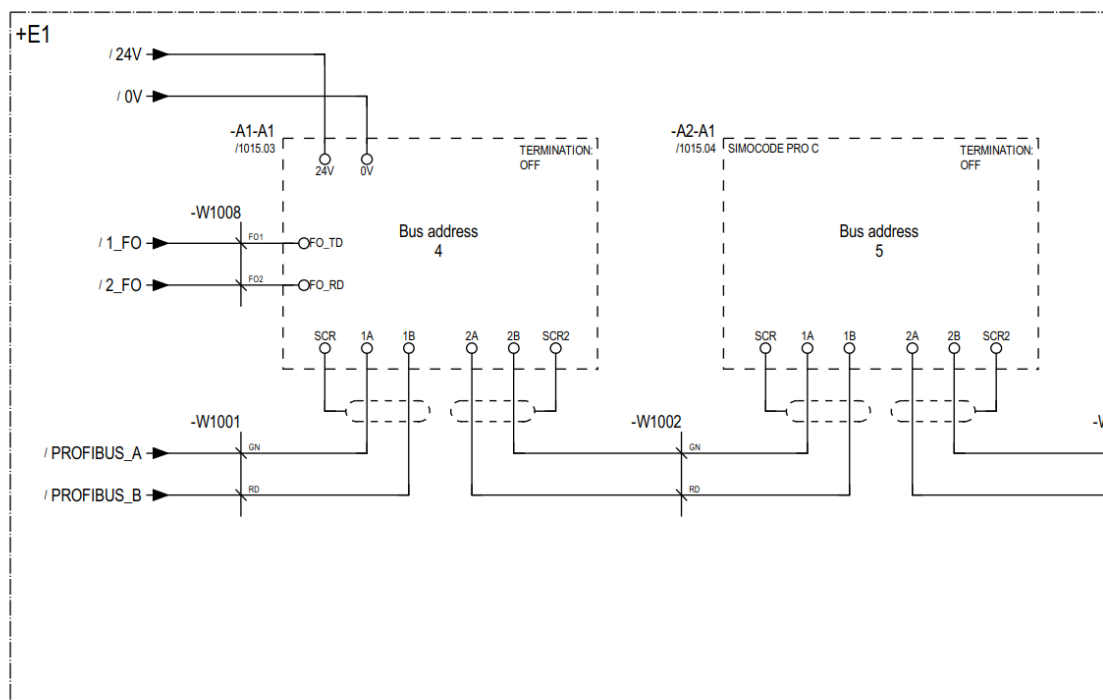
KUVA 10. Profibus DP -liittimen esimerkkikytkentä (Elomatic)

Järjestelmäkaavio piirretään usein yksiviivaisena esityksenä, ja tarvittaessa moniviivainen esitys tehdään erikseen täydentämään yksiviivaista esitystä. Yksiviivainen esitystapa on yksinkertaistettu kuvaus järjestelmästä. Yksiviivaisesta esityksestä on esimerkki kuvassa 11. Tästä selviää helposti esimerkiksi käytetyt topologiat, laitteet, niiden tunnukset ja osoitteet.



KUVA 11. Esimerkki yksiviivaisesta esitystavasta

Moniviivaisesta esityksestä on esimerkki kuvassa 12, josta nähdään, että moniviivainen esitystapa on tarkempi ja siinä voidaan esittää enemmän informaatiota. Moniviivaisessa esitystavassa voidaan kuvata yksiviivaisessa esitystavassa kuvattujen asioiden lisäksi esimerkiksi laitteiden liitännät. Moniviivainen esitystapa vie enemmän tilaa, joten se joudutaan pilkkomaan useammalle piirikaaviosivulle. Tällöin topologia ei ole selkeästi nähtävissä, ja kokonaiskuvaa järjestelmästä ei pystytä esittämään samalla sivulla.



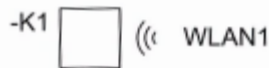
KUVA 12. Esimerkki moniviivaisesta esitystavasta

Eri tyyppisille yhteyksille on hyvä käyttää eri viivatyyppejä tai värejä. Kenttävyylä voidaan esittää esimerkiksi vihreällä tai pistekatkoviivalla ja Ethernet-yhteys sinisellä tai katkoviivalla. Värit ovat kuitenkin huonompi vaihtoehto, sillä ne eivät erotu mustavalkotulosteessa. SFS-käsikirja 619 (2015, 34) mukaan valokuitua merkitään kuvan 13 mukaisella piirrosmerkillä. Sellaista ei kuitenkaan tällä hetkellä ole Eplan-symbolikirjastossa, joten valokuidut on merkitty kuten muutkin kaapelit.



KUVA 13. Valokuitua kuvaava symboli (SFS-käsikirja 619 2015, 34)

Langattomuutta, kuten Wi-Fi -yhteyttä kuvataan kolmella kaariviivalla langattoman kohteen vieressä kuten kuvassa 14. Mikäli langattomia verkkoja on useita, kuvasta tulee selvittää, mihin langattomaan verkkoon laite on yhteydessä. Yhteyttä kuvaamaan voidaan piirtää kohteiden välille viiva ja viivan viereen kolme kaariviivaa. Vaihtoehtoisesti voidaan piirrosmerkin oikealla puolella esittää kohteeseen liittyvät ristiviitteet tai muut kuvaukset. (SFS käsikirja 619 2015, 46.)



KUVA 14. Standardin mukainen symboli langattomalle yhteydelle (SFS käsikirja 619 2015, 46)

5.2 Väyläkaavioiden generointi

Jotta suunnittelun automatisointi olisi kannattavaa, sen tulisi olla nopeampaa ja helpompaa kuin manuaalisesti tehty työ. Väyläkaaviot ovat usein eri järjestelmissä hyvinkin erilaisia kokonaisuuksia. Oikea esitystapa riippuu järjestelmän koosta ja monimutkaisuudesta. Kaavion piirtäminen muuttuu valitun topologian mukaan oleellisesti niin, että sen automaattinen generointi vaikeutuu, koska ei voida tehdä yhtä kaikki tapaukset kattavaa mallia. Järjestelmäkaavio koostuu pienistä osista, jolle jokaiselle tulisi generointia varten luoda oma makro, jolloin makrojen valitseminen typical-taulukkoon muuttuu työläämmäksi kuin manuaalinen tekeminen. Samassa ajassa pystytään kopioimaan komponenttia ja kirjoittamaan suoraan Eplan Electric P8 -ohjelmassa tarvittavat muuttujat.

Väyläkaavioita voisi yrittää yhdenmukaistaa sopimalla yhtenäiset käytännöt niiden tekemiseen. Tällöin väyläkaaviot olisivat samankaltaisia ja niiden generointi helpottuisi. Väyläkaavioiden luettavuus saattaisi kuitenkin kärsiä, sillä järjestelmien monimuotoisuuden vuoksi ei ole yhtä oikeaa tapaa tehdä järjestelmäkaaviota. Todettiin, että väyläkaavioita ei ole kannattavaa generoida.

6 MAKROJEN SUUNNITTELU

6.1 Suunnitteluun käytetyt standardit

Jotta piirikaaviot olisivat helppolukuiset, selkeät ja sopisivat käytettäväksi mahdollisimman monessa tapauksessa, niiden on oltava hyvien piirustustapojen mukaiset. Moottoripiirikaavioiden osalta tämä toteutettiin käyttämällä suunnittelun pohjana teosta ”SFS-käsikirja 16 Moottorikeskukset ja ohjelmoitavat ohjaukset. Vakiosovelluksia enintään 1000 V moottorikäyttöille.” Yleisiä ohjeita tekniseen dokumentointiin löytyy kirjasta ”SFS-käsikirja 619 Tekninen dokumentointi. Sähköpiirustukset, käyttöohjeet ja osaluettelot.” Instrumentointipiirikaavioissa käytettiin apuna standardia SFS-ISO 14617-6. SFS-käsikirjoihin on standardien lisäksi usein kerätty myös muuta aihepiiriin sisältyvää materiaalia, kuten artikkeleita (SFS 2019).

Viitetunnusjärjestelmien luomiseen käytettiin standardeja SFS-EN 81346-1 ja SFS-EN 81346-2, jotka löytyvät SFS-käsikirjasta 616. Standardeissa esitetään säännöt ja ohjeet siihen, miten minkä tahansa järjestelmän kohteille muodostetaan yksiselitteiset viitetunnukset (SFS-käsikirja 616, 29).

6.2 Makrokirjasto ja nimeämiskäytännöt

Makrot luodaan omaan Eplan-tietokantaan, josta ne tallennetaan omiksi tiedostoiksi makrokirjastoon. Ajan kuluessa luodaan uusia makroja ja makrokirjaston koon kasvaessa sen tulee olla edelleen hallittavissa. Tähän tarvitaan yhdenmukainen nimeämisjärjestelmä, joka olisi mahdollisimman helposti ymmärrettävissä, kun makroja haetaan piirikaavioita piirrettäessä.

Makrokirjasto on jaettu neljään eri perushierarkiaan:

- General, yleiset makrot kuten piirustusarkit (GEN)
- Electrical, sähköistyksen makrot (EL)
- Instrumentation, instrumentoinnin makrot (IN)
- Automation, automaatiomakrot kuten I/O-liitynnät (AU).

Makron nimi on muotoa ELOnn_XX_YY_ZZ.ema, jossa

- nn on perushierarkian tunnus (GEN, EL, IN, AU)
- XX on makron tyyppi (EEC1WI = EEC One ikkunamakro)
- YY on selkeä nimi makron sisällöstä
- ZZ on sivun tyyppi (ML, SL, GR)
- .ema on tiedoston tarkennusosa.

Sivun tyyppi ZZ voi olla:

- Yksiviivainen eli single-line schematic (SL)
- Moniviivainen eli multiline schematic (ML)
- Grafiikkaa ilman älykkäitä toimintoja (GR).

Makron nimi voi olla esimerkiksi ELOEL_MCB_K_SW_M10_ML.ema. Makroissa, jotka eivät ole EEC Onea varten tehtyjä, jätetään makron tyyppi pois, sillä käytännössä kaikki makrot ovat ikkunamakroja, lukuun ottamatta kehyksiä, jotka ovat sivumakroja. Esimerkin nimessä MCB on moottorinsuojakatkaisija. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista motor circuit breaker. K on kontaktori ja SW on turvakytin (safety switch) tai odottamattoman käynnistyksen esto -kytkin. M tarkoittaa moottoria ja 10 on järjestysnumero, jolla erotetaan samankaltaiset makrot toisistaan. ML tulee englanninkielen sanasta multiline, joka tarkoittaa moniviivaista esitystapaa.

6.3 Eplan-makron luominen

Makrojen luominen aloitettiin tutkimalla jo olemassa olevia makroja, joita voitaisiin käyttää hyödyksi uusia makroja tehtäessä. Makro luodaan suunnittelemalla peruspiirikaavio normaalisti piirikaavioprojektissa. Peruspiirikaavioissa komponenteille annetaan generiset yksilölliset tunnuksset. Esimerkiksi moottorin tunnus voi olla vain -M1.

Piirikaavioprojekti on projektin tila, jossa piirikaavioiden suunnittelu yleensä tapahtuu. Tämän jälkeen projekti voidaan vaihtaa makroprojektiksi projektin asetuksista. Makroprojekti eroaa piirikaavioprojektista siten, että makroprojektissa ei ole kytkentöjä. Kahden kytkentäpisteen välille muodostuu viiva, mutta tietokantaan ei tallennu kytkentää. Komponentin eri osien, kuten kontaktorin kelan ja koskettimien välillä ei myöskään ole yhteyttä. Kytkentöjen puuttumisen vuoksi makroprojektissa ei myöskään ole ristiviittauksia. Lisäksi makroprojektissa saadaan näkyviin makrojen hallintaan tarvittavat objektit, kuten makroikkunat. Suunnittelu kannattaa kuitenkin tehdä piirikaavioprojektissa, sillä makroprojektissa kaikki asiat eivät näy samalla tavalla kuin piirikaavioprojektissa, jolloin ne eivät myöskään tulostu välttämättä oikein.

Peruspiirikaaviosta rajataan makroikkunalla se osa, jonka halutaan tallentuvan makroon. Makroon tallentuu tällöin objektien sijoittelu ja niiden sisältämät tiedot.

Makrot tallennetaan makroprojektista makrokirjastoon, josta niitä voidaan käyttää.

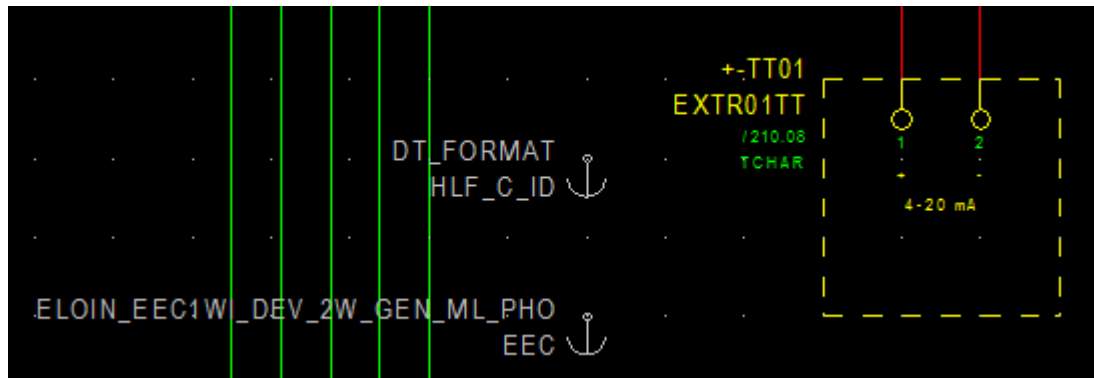
Työssä tehdyt makrot tehtiin englannin kielellä ja ne voidaan tarvittaessa kääntää muihin kieliin käyttäen Eplanin omaa käännöstoimintoa. Koska Eplan luo automaattisesti liittynät kahden kohdakkain olevan pisteen välille, on makrojen eri osia suunniteltaessa otettava huomioon insertiopisteet, jotta liittynät osuvat kohdilleen ja ei-toivottuja liittyntöjä ei synny. Tarvittaessa voidaan käyttää break point -objektia, joka estää ohjelmaa luomasta yhteyttä automaattisesti.

Piirikaaviopohjat, joita käytetään suunnittelussa, on oltava virheettömät, sillä niissä olevat virheet kopioituvat kaikkiin projekteihin, joissa kyseisiä pohjia käytetään (Suhonen 2016, 12).

6.4 EEC One -makron luominen

Ennen EEC One -makrojen luomista mietittiin, mitä asioita piirikaavioissa voidaan vakioida ja mitä pitää saada näkymään typical-taulukossa muuttujana, jotta siihen voidaan antaa arvo. Vaikka olisikin mahdollista saada kaikki olemassa olevat kentät piirikaaviosta näkyviin typical-taulukkoon, se ei ole käytännössä järkevää. Jotta typical-taulukon luettavuus säilyy, eikä se kasva mahdotoman isoksi, on hyvä miettiä mitä ja miten asioita pitää piirikaavioissa esittää. Vakioitavia ovat esimerkiksi moottorilähdön komponenttien tunnuksat. Näissä käytettiin SFS-käsikirjassa 16 esitettyjä kirjainnumerokoodeja, jotka perustuvat standardiin SFS-EN 81346-2 (SFS-Käsikirja 16 2003, 39).

Eplan-makroista muokattiin EEC One -makrot lisäämällä niihin placeholder-objektit ja asettamalla placeholder-objektiin tarvittavat muuttujat. Placeholder-objekti on Eplanissa objekti, joka sisältää makrojen tarvitsemat muuttujat. Ankurin näköinen placeholder-objekti on esitetty kuvassa 15. Objektit ovat harmaita, koska ne ovat piilotetulla tasolla. Osa placeholder-objektin sisältämistä muuttujista on esitetty kuvassa 16. Samaa muuttujaa voidaan käyttää taulukossa useammassa eri kohdassa, jolloin typical-taulukkoon täytettävien muuttujien määrä vähenee.



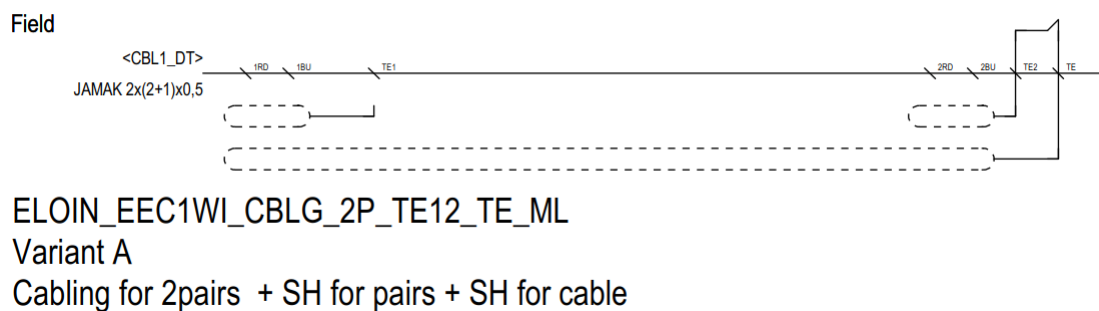
KUVA 15. Placeholder-objektit piilotetulla tasolla

Row	Property	Current value	Variable
1	Free text		
2	4-20 mA		
3	Text contents	4-20 mA	<DEV_X12_DESCR>
4	Black box		
5	=EXTR+-TT01		
6	Name (visible)	+ -TT01	<DEV_DT>
7	Technical characteristics	TCHAR	<DEV_TCHAR>
8	Device connection point		
9	=EXTR+-TT01:1		
10	Connection point desig...	1	<DEV_X1_DESIG>
11	Connection point descri...	+	<DEV_X1_DESCR>
12	=EXTR+-TT01:2		
13	Connection point desig...	2	<DEV_X2_DESIG>
14	Connection point descri...	-	<DEV_X2_DESCR>

KUVA 16. Placeholder-objektin sisältämät muuttujat

EEC Onea varten instrumentointipiirikaaviot pilkottiin kolmeen osaan sillä tavalla, että automaatioliityntä on erillisenä makrona, kaapelointi on omana makronaan ja kenttälaite on omana makronaan. Näin voidaan tarvittaessa muuttaa vain osa piirikaaviosta, jolloin kaikkia tietoja ei tarvitse syöttää uudestaan typical-taulukkoon. Joissakin tapauksissa esimerkiksi kaapelointi halutaan toteuttaa kenttäkotelolla, tällöin tarvitsee vaihtaa vain kaapelointimakro sellaiseen, joka sisältää kenttäkotelon.

Kuvassa 17 on esitetty kaksi johdinparia kaapeli- ja parisuojauksella sisältävän kaapelin EEC One -makro. Typical-taulukossa kyseisen makron kohdalle syötetään kaapelin osanumero ja kaapelin tunnus. Kaapelin tunnus tulostuu generoitaessa kaikkiin kohtiin, joihin placeholder-objektissa on annettu arvoksi <CBL1_DT>. Kaapelin tunnuksen lisäksi se tulee antaa myös kaikille häiriösuojauksen symboleille, jotka halutaan liittää kyseiseen kaapeliin. Kaapelin osanumero kyseisessä makrossa voi olla esimerkiksi ELO.ENG.JAMAK 01x(2+1)x0,5, jolla Eplan osaa hakea komponentin tiedot komponenttikannasta.



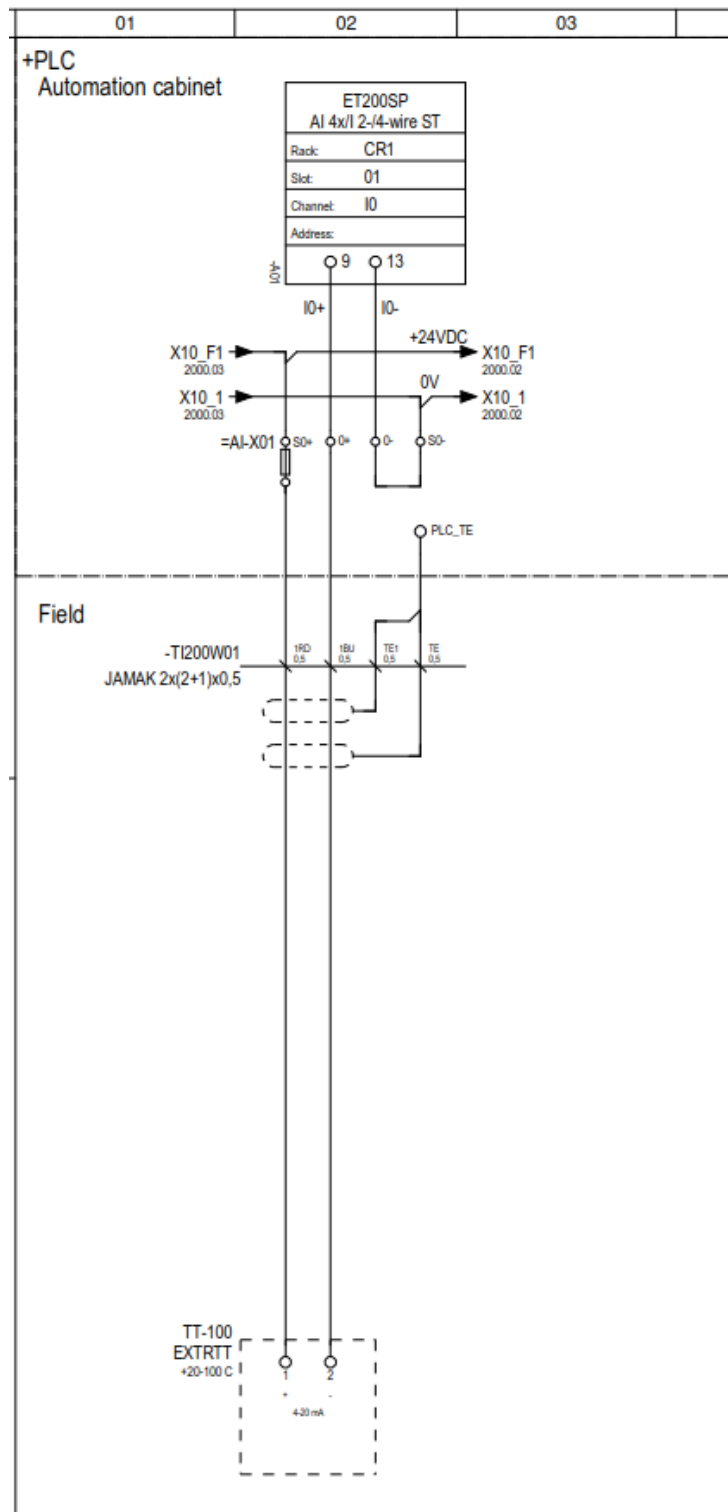
KUVA 17. Kaksi johdinparia sisältävä kaapelointimakro

6.5 Instrumentoinnin makrot

Työhön valittiin seuraavat instrumentointipiirit:

- 2-johdinlähetin
- 4-johdinlähetin
- pintakytkin
- on/off-toimilaitteventtiili
- säätöventtiili

Instrumentointipiirikaavioiden sivu jaettiin kolmeen vaakasuoraan osaan. Kaikki piirikaaviot suunniteltiin niin, että piirikaaviossa ylhäällä on keskuksessa olevat liittynät logiikkaan ja mahdollinen virransyöttö. Keskellä esitetään kaapelointi ja mahdolliset kenttäkotelot sekä muut laitteet, jotka liittyvät kaapelointiin. Alaosassa esitetään kenttälaitte ja siihen liittyvät tiedot. Kuvassa 18 on esitetty jaon mukainen instrumentointipiirikaavio.



KUVA 18. Yleinen lämpötilalähetin, 2-johdinkytkentä

Instrumentoinnin makrot tehtiin siten, että sivulle mahtuu yhdestä neljään makroa. Tällöin yhdelle sivulle saadaan mahtumaan useamman laitteen piirit. EEC Onella generoitaessa makroille voidaan antaa insertiopiste, jota muuttamalla

makro saadaan generoitumaan haluttuun kohtaan. Tätä hyödynnettiin myöhemmin mainitussa esimerkkiprojektissa esimerkiksi niin, että liitteen 1 sylinterin makrot asetettiin piirikaavion vasempaan laitaan, jolloin sylinterin rajojen makrot mahtuivat oikeaan laitaan. Taulukossa 1 on esitetty insertiopisteen x-koordinaatti. Makrot luotiin siten, että insertiopisteen y-koordinaatti pysyy aina nollassa.

TAULUKKO 1. Makron insertiopisteet

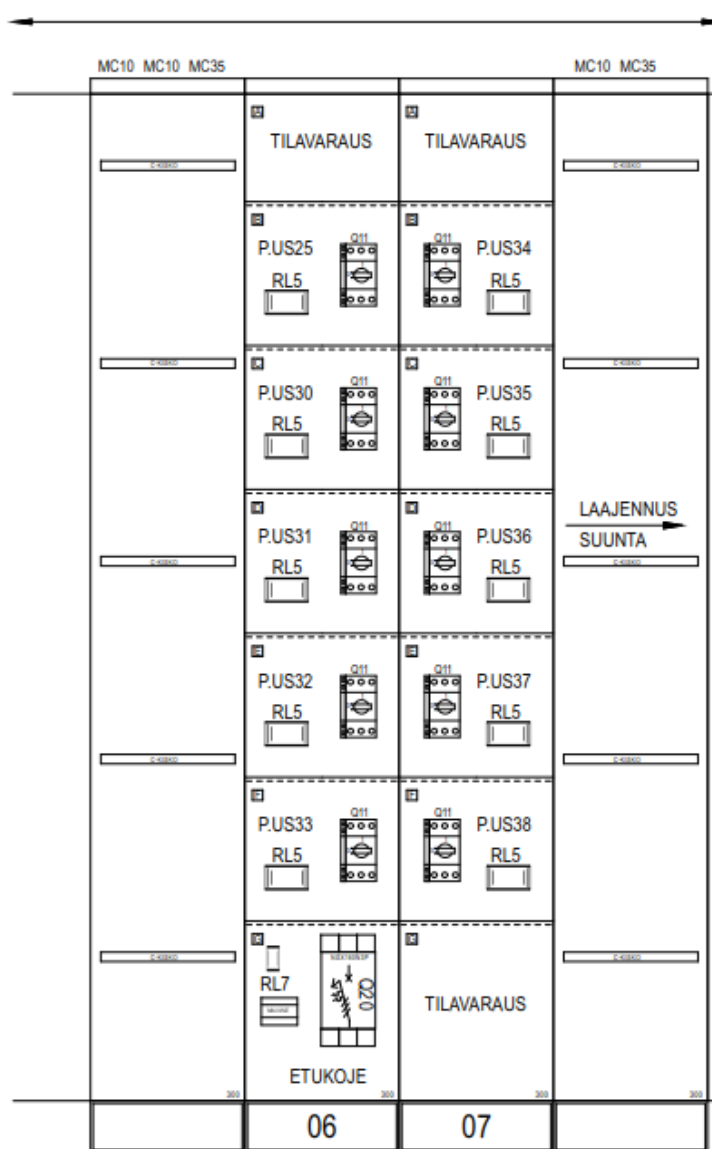
	Insertiopisteen x-koordinaatti			
Jako	1. makro	2.makro	3.makro	4.makro
4	0	96	192	288
3	0	128	256	
2	0	192		
1	0			

6.6 Sähköistyksen makrot

Työhön valittiin seuraavat moottorilähtötyypit:

- suora moottorilähtö 400 V, direct-on-line (DOL)
- suora moottorilähtö 230 V, 1-vaiheinen
- moottorilähtö suunnanvaihtokontaktorilla 400 V
- taajuusmuuttajalähtö, väyläohjattu.

Moottoripiirikaaviot on suunniteltu erityisesti teollisuuden yksikkölähtöisen kotelokeskuksen suunnitteluun soveltuviksi. Kuvassa 19 on esitetty erään yksikkölähtöisen moottorikeskuksen layout.



KUVA 19. Erään yksikkölähtöisen moottorikeskuksen layout

Kuvasta 19 nähdään, että yksikkölähtöisen moottorikeskuksen moduulien kojeet on sijoitettu samalla tavalla. Moduulien riviliittimet ovat kaapelikenttien puolella, jolloin kaapelointi helpottuu. Tämän kaltainen rakenne soveltuu helposti generoitavaksi, sillä yhtä moduulia monistamalla saadaan muut moduulit aikaiseksi. Vain suojan, riviliittimien ja kaapeloinnin koot muuttuvat.

Suorassa eli direct-on-line moottorilähdössä päädyttiin käyttämään esitystapaa, jossa moottorin päävirtapiiri on esitetty vasemmassa laidassa ja ohjausvirtapiiri oikeassa laidassa. I/O-liitynnät logiikkaan esitetään oikeassa yläkulmassa. Suoran moottorilähdön piirikaavio on esitetty liitteessä 2.

Kaksisuuntaisessa moottorilähdössä ohjausvirtapiri ja I/O-liitynnät esitetään omalla sivulla tilan puutteen vuoksi. Kaiken olisi voinut saada mahtumaan samalle sivullekin, mutta mikäli yhdessä piirikaaviossa on liikaa asiaa, siitä voi olla vaikea hahmottaa oleellista.

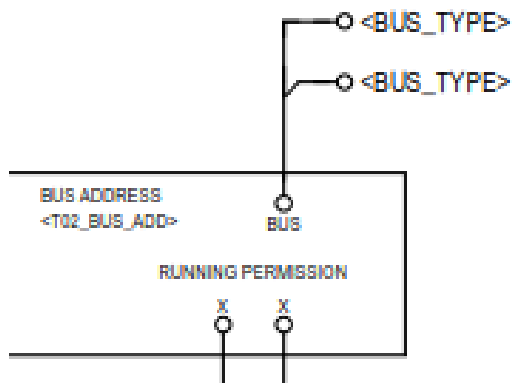
Moottoripiireissä käytettiin hyödyksi value set -toimintoa, johon voidaan asettaa muuttuja, jonka mukaan joukko muita muuttujia saavat arvot ennalta asetellun taulukon mukaisesti. Tällä toteutettiin toiminto, jolla syöttämällä pelkkä moottorin teho, saadaan automaattisesti oikean kokoiset kaapelit ja suojalaitteet. Taulukoiden luomisessa käytettiin valmistajien, kuten ABB, tarjoamia valintataulukoita.

Taulukossa 2 on esitetty osa tällaisesta taulukosta. Taulukossa on neljä muuttujaa, joista M_Techn_char tulostuu moottorikomponentin tekninen tieto -kenttään, MMS_Techn_char tulostuu moottorinsuojan tekninen tieto -kenttään, CB1_PART_NR ja CB2_PART_NR tulostuvat kaapeleiden osanumeron kohdalle, jolloin Eplan osaa hakea automaattisesti kaapelin tiedot osakannasta.

TAULUKKO 2. Osa value set -taulukkoa (ABB 2006)

Variable	Power 0,55kW	Power 0,75kW	Power 1,5kW
M_Techn_char	0,55 kW	0,75 kW	1,5 kW
MMS_Techn_char	ABB MS116-1,6+HK1-11+SK1-111,0-1,6A	ABB MS116-2,5+HK1-11+SK1-111,6-2,5A	ABB MS116-4,0+HK1-11+SK1-112,5-4,0A
CB1_PART_NR	ELO.FIN.MCMK 3x002,5/2,5	ELO.FIN.MCMK 3x002,5/2,5	ELO.FIN.MCMK 3x002,5/2,5
CB2_PART_NR	ELO.FIN.ATON VSB 4G002,5	ELO.FIN.ATON VSB 4G002,5	ELO.FIN.ATON VSB 4G002,5

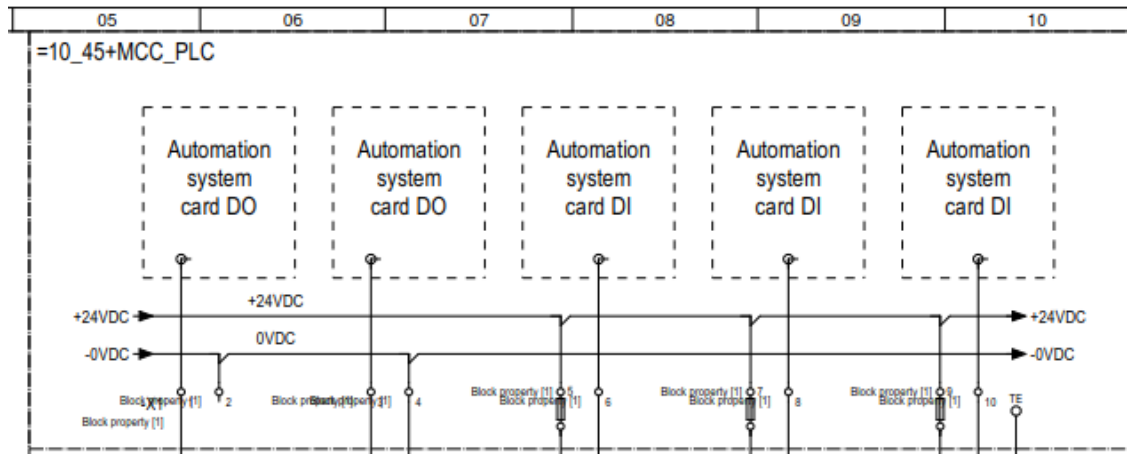
Taajuusmuuttajan väyläliityntä esitetään piirikaaviossa käyttäen device connection point -symbolia. Potentiaalin määrittämissymbolilla (potential definition point) esitetään väylän jatkuvuus. Voidaan esittää tuleva ja lähtevä väylä. Väylän liityntäpisteeseen liitetään väylän tyyppi ja väylän osoite. (KUVA 20)



KUVA 20. Taajuusmuuttajan väyläliityntä

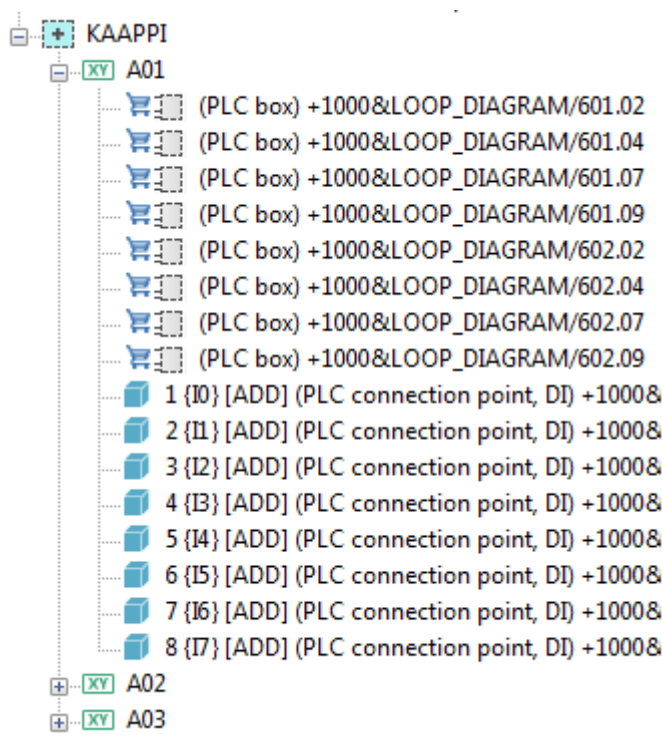
6.7 Automaatiomakrot

Automaatioliitynnät haluttiin eriyttää omaksi osakokonaisuudekseen. Pöhdittiin miten liitynnät automaatiojärjestelmään kannattaisi esittää ja jäljelle jäi kaksi vartenotettavaa vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto oli jättää generoitaessa I/O-liitynnät generoimatta ja tehdä paikkavaraukset I/O-laatikoille, jotka lisättäisiin jälkeenpäin käyttäen hyväksi Eplan Electric P8:n sisältämiä työkaluja. Toinen vaihtoehto oli generoida I/O-laatikot. Kuvassa 21 on esitetty osa piirikaaviosta, johon on jätetty paikkavaraukset ja tuotu liitynnät oikeaan kohtaan.



KUVA 21. Paikat IO-laatikoille

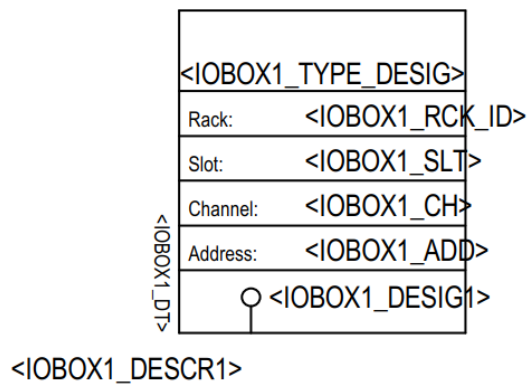
PLC:n kortit näkyvät Eplanin PLC-navigaattorissa kuvan 22 mukaisessa muodossa. Kuvassa näkyy KAAPPI-lokaatiossa oleva kortti A01, joka sisältää kanavia. Ylemmät PLC-laatikot ovat generoituja ja alempana näkyy komponenttiin sisältyvät kanavat. Kun PLC tehdään Eplanissa, kortti saa liittimen numeron automaattisesti, sillä se sisältyy komponentin tietoihin.



KUVA 22. PLC-navigaattori, jossa komponenttiin sisältyviä ja generoituja kanavia

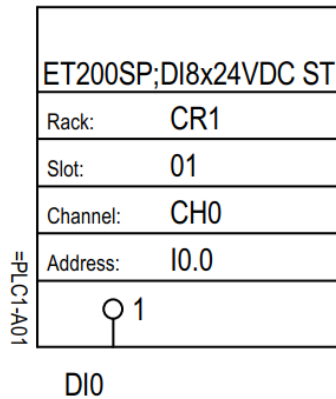
Toinen vaihtoehto oli parempi ja liittynät toteutettiin käyttäen sitä. Automaatioliittynän makro sisältää I/O-laatikot ja riviliittimet, joiden kautta siirrytään korteille. I/O-laatikko on Eplanissa tapa esittää automaatiojärjestelmän kanavat. Kuvassa 23 on esitetty I/O-laatikko, johon on jo luotu tarvittavat muuttujat EEC One - makroja varten. I/O-laatikossa esitetään seuraavat asiat:

- kortin tyyppi
- kehikon numero, johon kortti on asennettu
- korttipaikka
- kanava
- osoite
- liittimen numero
- selittävä teksti.



KUVA 23. Muuttujia sisältävä I/O-laatikko

Kuvassa 24 on generoitu IO-laatikko, joka on saanut arvot typical-taulukosta. Kuvan 23 muuttujat on tallennettu placeholder-objektiin, josta EEC One hakee muuttujat typical-taulukkoon. Generoitaessa EEC One hakee muuttujan kohdalle syötetyn arvon ja vie sen Eplan-tietokantaan placeholder-objektissa määritettyyn kohtaan.



KUVA 24. Generoitu I/O-laatikko

Kun I/O-laatikot generoidaan, ne eivät sisällä komponenttietoa, jolloin ne eivät myöskään tulostu komponenttilistaan. Lisäksi typical-taulukkoa täytettäessä täytyy tietää, mihin logiikan liittimelle mikäkin kanava kytkeytyy. Generoitaessa on mahdollista tehdä virheitä tässä kohdassa, kun taas Eplanissa tehtäessä liittimien numerot kuuluvat komponentin tietoihin. Jotta liittimien numerointi typical-taulukkoa täytettäessä helpottuisi, tehtiin valmiita taulukoita, joista nähdään, mitkä kanavat vastaavat mitään liittintä. Taulukossa 3 on esitetty esimerkki osasta Siemensin ET200SP DI8x24VDC ST -kortin taulukosta.

TAULUKKO 3. Osa Siemensin ET200SP DI8x24VDC ST -kortin kytkentätaulukosta (Siemens 2019)

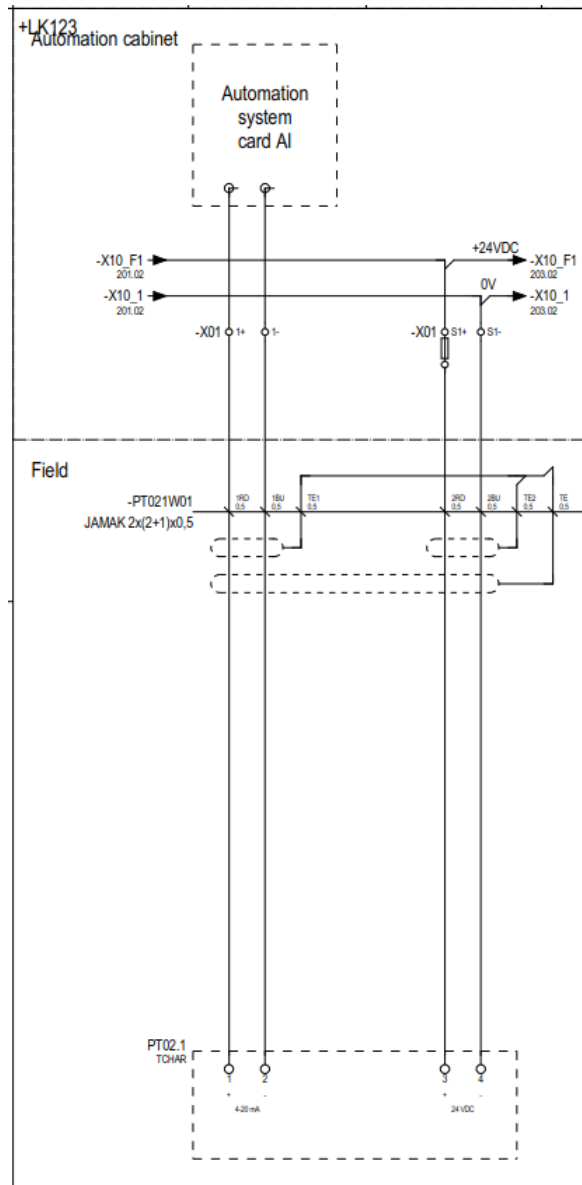
DI	
Ch.0	
24VDC	9
DI0	1
Ch.1	
24VDC	10
DI1	2
Ch.2	
24VDC	11
DI2	3

Automaatioliitynnöissä haasteita toi suuri määrä variaatioita. Sen jälkeen, kun kaapeloinnin ja kenttälaitteiden insertiopisteet on sovitettu yhteen, piti vielä tehdä siihen sopiva I/O-liityntä, jonka pitäisi olla mahdollisimman universaali. Eri tyyppisiä I/O-liityntöjä ovat:

- Digitaalilähtö (DO)
- Digitaalitulo (DI)
- Analogialähtö (AO)
- Analogiatulo (AI)

Kytkenät voidaan tehdä useammalla eri tavalla riippuen käytettävästä automaatiojärjestelmästä ja kortin tyypistä. Digitaalilähtö voi olla potentiaalivapaa kosketin, jolla katkotaan ulkoista jännitettä. Tähän tarvitaan kaksi johdinta järjestelmästä. Korttiin voidaan myös tuoda yksi jännitesyöttö, jolloin yksittäiset kanavat voidaan kytkeä yhdellä johtimella. Lähdöllä voidaan ohjata suoraan kenttälaitetta tai relettä, jonka koskettimella katkotaan ohjaussignaalia. Tämän kaltainen ratkaisu on tarpeen esimerkiksi katkottaessa suuria kuormia, jolloin kortin koskettimien virrankesto ylittyy. Digitaalitulot kytketään useimmiten vain yhdellä johtimella, jolloin kortin kanavilla on yhteinen maapotentiaali.

Analogialähdöt ja -tulot voivat olla virtaviestejä tai jänniteviestejä. 2-johdinkytkenässä käyttöjännite saadaan mittaussignaalin mukana, kuten kuvassa 18 esitettyssä lämpötilamittauksessa. 4-johdinkytkenässä käyttöjännite saadaan ulkoiselta jännitelähteeltä, kuten kuvassa 25. Jotkin kortit voidaan kytkeä lukemaan sekä jännite- että virtaviestiä, jolloin tarvitaan neljä johdinta. Jotkin kortit voidaan kytkeä suoraan automaatiojärjestelmään tai riviliittimien kautta.



KUVA 25. 4-johdinmittaus, jossa on erillinen jännitesyöttö.

Automaatiomakrot nimettiin sen mukaan, montako minkäkin tyyppistä kanavaa niissä on. Esimerkiksi "ELOAU_EEC1WI_1DO_IO_01_ML" sisältää yhden yksiliittimisen DO-liitäntän.

7 PIIRIKAAVIOIDEN GENEROINTI

7.1 EEC Onen käyttö

Ennen EEC One -ohjelman käyttöä pitää olla määritetty ja tehty makrot, joita käytetään. Näistä makroista EEC One hakee placeholder-objektien sisältämät muuttujat, jotka tulevat näkyviin typical-taulukkoon. Esimerkki typical-taulukon muuttujista on esitetty kuvassa 26. Ylhäällä lukee muuttujien nimet, jotka EEC One on hakenut makron sisältämästä placeholder-objektista.

	A	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	
1	TYPICAL EEC													
2		ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : STRB_DT	ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : IOB0X1_DT	ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : IOB0X1_TYPE_DESIG	ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : IOB0X1_RCK_ID	ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : IOB0X1_SLT	ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : IOB0X1_CH	ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : IOB0X1_ADD	ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : IOB0X1_DESIG1	ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML_PHO : IOB0X1_DESCR1	ELOIN_EEC1W1_CAB_DEVC_24V_DI_IV_ML_PHO : CBL_LDT	ELOIN_EEC1W1_CAB_DEVC_24V_DI_IV_ML_PHO : INTP_1	ELOIN_EEC1W1_CAB_DEVC_24V_DI_IV_ML_PHO : INTP_2	
3	GENERAL_EEC1_PAGE1ELO_PA_SchML_PLFR_A3_ELO3													
4	AUTOMATION_EEC1_SCHEMATIC_ELOAU_EEC1W1_IO_DI_IV_ML													
5	INSTRUMENTATION_EEC1_SCHEMATIC_ELOIN_EEC1W1_CAB_DEVC_24V_DI_IV_ML													
				SM1221; DI16x24V	CR1	01	I0	ADD	1	DI0		-W01	-X10_F1	-X10_1

KUVA 26. Typical-taulukko, jossa piilotettu group-toiminnolla osa sarakkeista.

Muuttujien nimet tulisi olla niin selkeitä, että suunnittelija tietää pelkän typical-taulukon perusteella, mihin kohtaan piirikaaviota kyseinen arvo generoitaessa tulee. Taulukkoa täytettäessä kannattaa käyttää tulostettuja makroja, joista voi katsoa, mihin minkäkin muuttujan arvo tulostuu. Mikäli saman nimisiä muuttujia tulee yhteen makroon useita, ne on numeroitu vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas, sen mukaan, miten muuttujan sisältävät objektit on kuviin sijoitettu.

EEC Onen typical-taulukkoa voi muokata myös suoraan Excelissä. Tällöin ei kuitenkaan voida käyttää EEC Onen sisäänrakennettuja työkaluja. EEC Onen käyttäminen ei juurikaan eroa Excel-ohjelmiston käytöstä, mutta vaatii lisenssin.

Kun tarvittavat tiedot on täytetty, piirikaaviot voidaan generoida EEC Onella painamalla vasemmassa yläkulmassa olevaa Active-painiketta, jolloin aktiivinen välilehti generoituu Eplan-projektin tietokantaan. Several-painikkeella pystytään generoimaan useita välilehtiä kerrallaan.

Suunnittelutyö muuttuu. Usein suunnittelija piirtää tai luonnostelee ja suunnittelee samanaikaisesti. Nyt kuitenkin on pystyttävä suunnittelemaan ilman piirtämistä.

Lähtötiedot ja suunnittelusta syntyvä aineisto pitää saada muotoon, joka on helppo syöttää typical-tilukseen. Typical-tiluksen täyttäminen osoittautui piirikaavioiden generoinnin työläisimmäksi ja virheherkimmäksi työvaiheeksi, ja tähän tullaan myöhemmin kehittämään työtä helpottavia ja nopeuttavia ratkaisuja.

7.2 Excelin käyttö

Excel on taulukkolaskentaohjelma, mutta se soveltuu myös taulukkomuotoisen datan käsittelyyn. EEC One on Excel-pohjainen, joten Excelin käyttö jossakin vaiheessa on pakollista. Vaihtoehtona tälle voisi pitää Microsoftin Access-ohjelmaa, joka on tietokantaohjelma. Access tarjoaa työkaluja, joista on hyötyä suurilla massoilla muokattaessa ja siirrettäessä dataa tietokannasta. Harkittiin myös mahdollisuutta Accessin käyttöön lähtötietojen keräämisessä. Datan käsittelystä saa kuitenkin tehtyä helpompaa, kun osaa käyttää muutamia Excelin toimintoja. Group-toiminnolla saa ryhmiteltyä sarakkeita siten, että eri makrojen muuttujat näkyvät omissa ryhmissään, joita voi piilottaa ja tuoda näkyviin tarpeen mukaan. Kuvassa 25 näkyvässä taulukossa on group-toiminnolla piilotettu sivun muuttujat sisältävät sarakkeet. Sort- ja Filter-toiminnot ovat myös hyödyllisiä. Sort-toiminnolla voidaan järjestellä rivit esimerkiksi suurimmasta pienimpään. Filter-toiminnolla voidaan valita näkyviin vain tietyn arvon sisältävät rivit.

7.3 Esimerkkiprojekti

Tuotettua materiaalia käytettiin eräässä asiakasprojektissa. Projekti oli suhteellisen pieni, mutta siinäkin oli jo toistuvia piirikaavioita, kuten valokennoja, sylinderejä ja moottorilähtöjä.

Suunnittelu alkoi lähtötietojen keräämisellä. Kun riittävä lähtötietojen tarkkuus saatiin aikaiseksi, pystyttiin analysoimaan, mitä kannattaa generoida ja mitä piirretään manuaalisesti. Tämän projektin osalta käytettiin seuraavia kriteereitä:

- Jos samantapainen piiri toistui kolmesti projektissa, se generoidaan.
- Jos piiriä käytetään vain tässä projektissa, sitä ei generoida.
- Jos vastaavaa piiriä hyödynnetään varmasti myös tulevilla projekteilla, se generoidaan. Jolloin samalla tulee luotua malli kirjastoon.

Seuraavaksi määriteltiin projektin avaamiseen tarvittavat tiedot, kuten kieli, käytettävät piirustusohjelmat ja logot sekä positiointijärjestelmä. Positiointijärjestelmä on oleellinen tietää suunnittelun alkuvaiheissa, jotta komponentit saadaan nimettyä yksilöllisesti. Eplanin rakenteellisia nimittäjiä voidaan käyttää eri tarkoituksiin ja niiden käyttötarkoitukset sovitaan lähtötietolomaketta täytettäessä.

Osa käytettävistä makroista oli jo tehty valmiiksi, mutta osa oli vielä tekemättä. Näiden tekemiseen sovittiin säännöt, jotta ne olisivat yhtenevät muiden kaavioiden kanssa.

Luoduilla EEC One -makroilla generoitiin testiprojektiin piirikaavioesimerkit. Näiden hyvyttä ja virheettömyyttä arvioitiin ja tarvittaessa tehtiin parannuksia ehdotusten mukaan. Tässä kohtaa saadaan karsittua jo suurin osa piirikaavioiden mukana kulkeutuvista virheistä.

Kun piirikaaviot generoitiin todelliseen projektiin, ne eivät generoituneetkaan enää oikein. Tämä johtui projektin asetuksista ja tietokannoista. Todettiin, että pitää tehdä asetuspaketti erikseen EEC Onella toteutettavia projekteja varten. Tämä voidaan ladata projektiin, jolloin esimerkiksi symbolikirjastot ovat automaattisesti oikein ja osa tasoista valmiiksi piilotettu. Tasoja halutaan piilottaa, jotta placeholder-objektit eivät näy loppukuvissa.

8 POHDINTA

Suunnitteluautomaatio konfiguraattorien muodossa soveltuu erinomaisesti konfiguroitavien tuotteiden suunnitteluun, jotka muodostetaan konfigurointimallista. Automaattista generointia on kuitenkin haastava soveltaa projekteissa, jotka ovat hyvin erilaisia. Konfiguraattorin ja siihen liittyvien tietokantojen ylläpito on helppoa niin kauan kuin tehdään samaa vanhaa jatkuvasti. Mikäli asiakkaiden tarpeet muuttuvat jatkuvasti, täytyy myös konfiguraattorin ominaisuuksien muuttua mukana. Näin ollen, jos jokainen projekti on täysin erilainen, on hankalaa luoda kaiken kattavaa konfiguraattoria. Tällöin mallien ja ohjeiden ylläpito saattaa pitkällä tähtäimellä osoittautua kannattamattomaksi.

Kuitenkin piirikaavioiden generointi konfiguraattoria käyttämällä on kannattavaa, mikäli projektissa esiintyy useita samankaltaisia piirejä. Konfiguraattorin käyttö aluksi on työlästä, kun uudet piirikaaviomallit joudutaan luomaan alusta asti ja pohtimaan ratkaisuja, jotka soveltuisivat jatkossa käytettäväksi mahdollisimman monessa projektissa.

Yksi lisää tutkimusta vaativista asioista on konfiguraattorin vaikutus ohjelmistojen integroimiseen ja automaattiseen tiedon siirtoon ohjelmistojen välillä. Lisäksi tulisi tutkia keinoja, joilla lähtötiedoista saadaan tarvittavat asiat typical- taulukkoon mahdollisimman pienellä vaivalla. Tällä hetkellä typical-taulukon täyttö on työlästä ja siinä on monta virheen mahdollisuutta.

Opinnäytetyössä EEC Onen käyttöä päästiin suunnitelmien mukaisesti kokeilemaan ja soveltamaan käytäntöön. Sekä Eplan Electric P8 -ohjelmisto että EEC One -ohjelmisto olivat uusia ja molempien käyttö perustasolla tuli tutuksi opinnäytetyötä tehdessä.

LÄHTEET

ABB. 2006. Sähkömiehen taskukirja. Luettu 20.11.2018. <https://library.e.abb.com/public/f334844964896d85c12571e2002d1b54/1SCC011007C1801.pdf>

Elomatic Oy. 2016. SIA – Suunnitteluprosessi. Elomaticin sisäinen aineisto.

Eplan. 2019. Luettu 4.2.2019. <http://www.eplan.fi/fi/>

Jaakohuhta, H. 2011. Tietotekniikan sanakirja. 1. painos. Vaajakoski: Bookwell Oy.

Nummelin, T. SI-suunnittelija. 2018. Haastattelu 22.10.2018. Haastattelija Rajala, E. Turku.

Standardisoimisliitto SFS ry. 2019. Luettu 9.4.2019. https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/julkaisut/sfs-kasikirjat

SFS-ISO 14617-6. 2004. Kaavioissa käytettävät piirrosmerkit. Osa 6: Mittaus- ja ohjaustoiminnot. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-käsikirja 16. 2003. Moottorikeskukset ja ohjelmoitavat ohjaukset. Vakiosovelluksia enintään 1000 V moottorikäyttöille. 5. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-käsikirja 616. 2011. Tekninen dokumentointi. Viitetunnusjärjestelmä ja sovellukset. 1. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-käsikirja 619. 2015. Tekninen dokumentointi. Sähköpiirustukset, käyttöohjeet ja osaluettelot. 1. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Siemens. 2019. SIMATIC ET 200SP Manual Collection. Manuaali. Julkaistu 18.01.2019. Luettu 11.2.2019. <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/84133942>

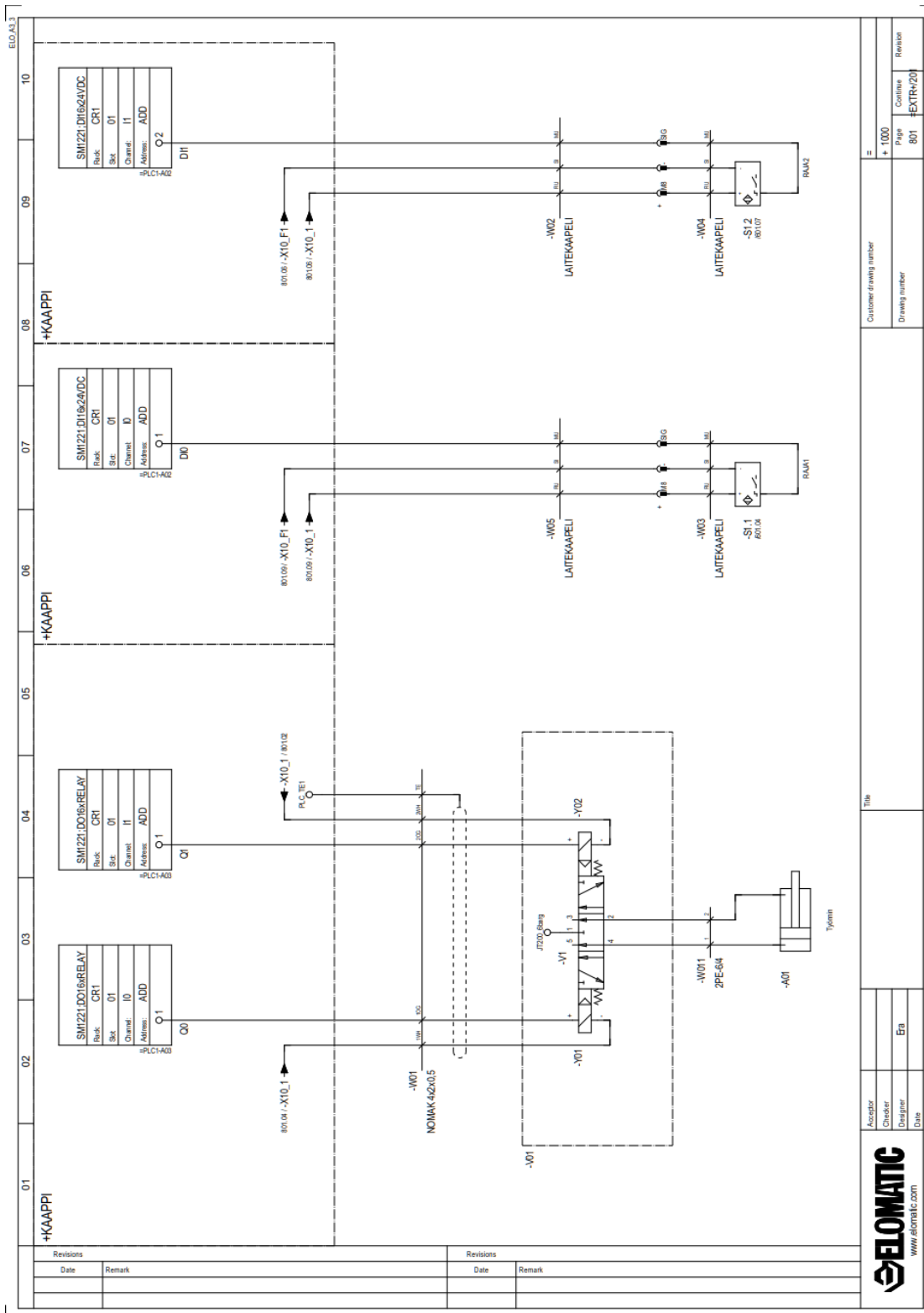
Suhonen, A. 2016. Piirikaavioiden automaattinen generointi. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Suomen Automaatioseura ry. 2001. Laatu automaatioissa – Parhaat käytännöt. 1. Painos. Helsinki: Suomen Automaatioseura Ry.

Tiihonen, J. & Soininen T. 1997. Product Configurators - Information System Support for Configurable Products. Julkaistu kehittämis- tai tutkimusraportti. <https://www.cs.helsinki.fi/u/jutiihon/publications/Tiihonenetal1998Configuratorselsart.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Sylinteri kahdella rajalla



Revisions	Date	Remark	Revisions	Date	Remark

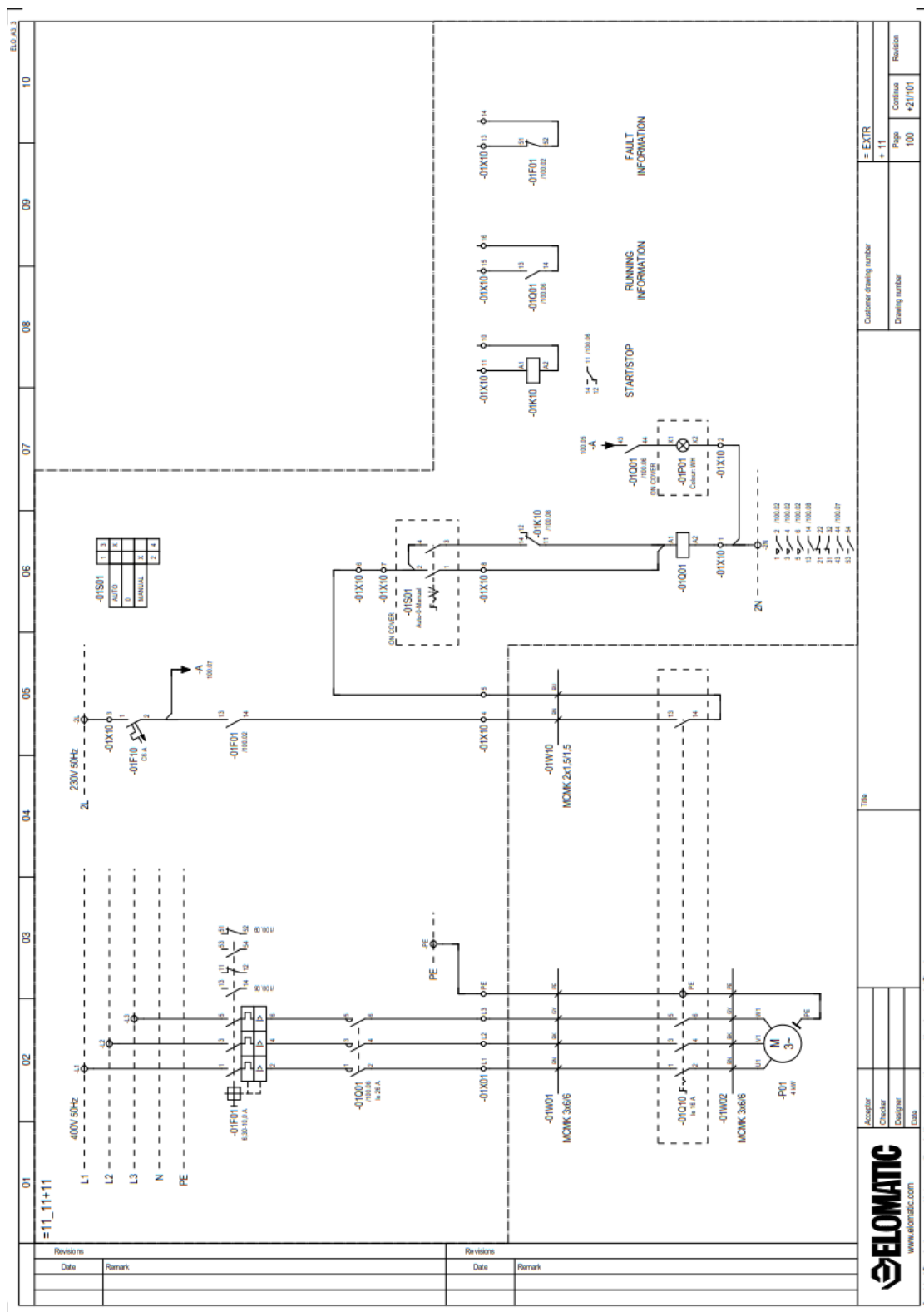
Customer of wiring number	+ 1000
Customer of drawing number	801
Customer of revision	EXTR/20

Accepter	
Checker	
Designer	En
Date	

ELOMATIC	www.elomatic.com
-----------------	------------------

Copyright of Elovatic whose property this document will remain. No part may be used in any way without the approval of Elovatic.

Liite 2. Suora moottorilähtö 400 V



Revisions	Date	Remark	Revisions	Date	Remark

Customer drawing number	= EXTR + 11	
Drawing number	Page	Revision
	100	+21/101

Title:
 Tilaaja:
 Tarkastaja:
 Suunnittelija:
 Päivä:

ELOMATIC
 WWW.ELOMATIC.COM
 Copyright of Eromatic whose property this document will remain. No part may be used in any way without the approval of Eromatic.