



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joona Suopuro

---

# Sähkösuunnittelumallien esiselvitys, yhtenäistäminen ja laadun parantaminen Eplan Electric P8 -ohjelmistossa

Opinnäytetyö

Kevät 2024

Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Joonas Suopuro

Työn nimi: Sähkösuunnittelumallien esiselvitys, yhtenäistäminen ja laadun parantaminen Eplan Electric P8 -ohjelmistossa

Ohjaaja: Matti Perälä

Vuosi: 2024

Sivumäärä: 32

---

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Pesmel Oy:lle. Pesmel suunnittelee ja valmistaa automatisoituja pakkaus-, materiaalinkäsittely- ja korkeavarastojärjestelmiä ja se toimittaa laitteistoja maailmanlaajuisesti. Pääasiallisia asiakasryhmiä ovat paperi-, metalli- ja rengasteollisuus.

Työn tavoitteena oli tutkia Eplan Electric P8 -ohjelmistossa erilaisia sähkösuunnittelumallien toteutustapoja. Vaihtoehtoina olivat suunnittelumalli, makrot sekä Eplan Cogineer -lisäosa. Toisena tavoitteena oli yhtenäistää suunnittelua ja parantaa suunnittelun laatua. Suunnittelun yhtenäistämistä selvitettiin pääjännite- ohjausjännite-, moottorilähtö- ja ohjauskaavioiden sekä keskuksien ja koteloiden osalta.

Työn lopputuloksena saatiin yhteenveto erilaisista toteutustavoista mallin toteutukseen ja suunnittelun yhtenäistämiseen. Yritys voi tulevaisuudessa käyttää tätä opinnäytetyötä suunnittelumallin valintaan.

<sup>1</sup> Asiasanat: sähkösuunnittelu, Eplan, laatu, kytkentäkaaviot, yhdenmukaistaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Degree programme: Bachelor of Engineering, Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Joonas Suopuro

Title of thesis: Preliminary research: unification and quality improvement of electrical design models in the Eplan Electric P8 software

Supervisor: Matti Perälä

Year: 2024

Number of pages: 32

---

The thesis was commissioned by Pesimal Oy. Pesimal designs and manufactures automated packaging, material handling and high-bay storage systems. The main customer groups are paper, metal and tire industries.

The goal of the thesis was to examine different implementation methods of electrical design models in Eplan Electric P8 software. The studied options were a prepared design model, macros and Eplan Cognition add-on. The secondary goal was to unify electrical planning and improve the quality of planning.

As the result of the thesis a summary of different implementation methods for electrical planning models and the unification of the design was achieved. In the future, the company can use this thesis when selecting a design model for electrical planning.

<sup>1</sup> Keywords: electrical wiring design, Eplan, quality, circuit diagrams, harmonisation

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	1
Thesis abstract .....	2
SISÄLTÖ .....	3
Kuva- ja kuvioluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO .....	7
1.1 Työn tausta .....	7
1.2 Työn tavoite.....	7
1.3 Työn rakenne .....	7
2 YRITYSESITELY .....	8
2.1 Pesmel Oy.....	8
2.2 EPLAN .....	9
2.2.1 Eplan Electric P8.....	9
3 Sähkösuunnittelu.....	10
3.1 Tasopiirustus.....	10
3.2 Maadoituskaavio .....	10
3.3 Sähkön jakelukaavio .....	11
3.4 Pääkaavio .....	11
3.5 Piirikaavio.....	11
3.6 Johdotuskaavio .....	11
3.7 Kenttäväylä .....	12
3.8 Teollisuuskeskukset .....	12
3.8.1 Kennokeskus .....	13
3.8.2 Kotelokeskus.....	13
3.8.3 Kaappikeskus.....	14
4 LAATU JA VAATIMUKSET .....	15
4.1 Laatu käsitteenä.....	15
4.2 Standardointi .....	15

4.3	Yleistä vaatimuksista.....	16
4.4	Käytettävyys.....	16
4.5	Muokattavuus.....	16
4.6	Versionhallinta.....	16
4.7	Standardien mukainen suunnittelu.....	17
4.8	IEC-standardit.....	17
4.9	UL-standardit.....	17
5	SUUNNITTELUN YHTENÄISTÄMINEN.....	19
5.1	Pääjännitteen syöttö.....	19
5.2	230 VAC:n ohjausjännite.....	19
5.3	24 VDC:n ohjausjännite.....	20
5.4	Moottorilähtökaavio.....	21
5.5	Ohjauskaavio.....	22
5.6	Keskukset, kotelot ja pulpetit.....	23
6	EPLAN-SUUNNITTELUMALLIVAIHTOEHTOJA.....	24
6.1	Yleistä suunnittelumallista.....	24
6.2	Malliprojekti.....	24
6.3	Makrot.....	25
6.4	Eplan Cogineer.....	26
6.4.1	Eplan Cogineer Designer.....	27
6.4.2	Eplan Cogineer Project Builder.....	28
6.4.3	Eplan Cogineer -yhteenveto.....	29
7	POHDINTA JA YHTEENVETO.....	30
	LÄHTEET.....	31

## Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Ohjauspulpetti.....	14
Kuva 2. Kaappikeskus .....	13
Kuvio 1. Linjasto ja korkeavarasto .....	8
Kuvio 2. Eplan-logo.....	9
Kuvio 3. UL-merkinnät .....	18
Kuvio 4. Esimerkki pääjännitteensyötöstä.....	19
Kuvio 5. Esimerkki 230 VAC:n ohjausjännitteenjaosta.....	20
Kuvio 6. 24 VDC:n jännitteenjako .....	21
Kuvio 7. Taajuusmuuttaja ja jarruvastuksen etukoje .....	24
Kuvio 8. Tulokortti sivun alaosassa.....	24
Kuvio 9. Esimerkki projektin tiedostopuusta.....	24
Kuvio 10. Saman symbolin eri variaatiot.....	25
Kuvio 11. Esikatselu ja esimerkki tiedostomuodoista.....	26
Kuvio 12. Cogineer-työkalun graafinen kuvaus.....	27
Kuvio 13. Cogineer Designer-käyttöliittymä .....	28

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>PLC</b>	PLC eli ohjelmoitava logiikka on eräänlainen tietokone, jota käytetään laitteiden ja järjestelmien automatisointiin teollisuudessa.
<b>Selektiivisyysmoduuli</b>	Selektiivisyysmoduleita käytetään syöttöjännitteen oikosulkujen ja ylikuormituksen turvalliseen alasajoon.
<b>Taajuusmuuttaja</b>	Taajuusmuuttaja on moottoriohjain, joka ohjaa sähkömoottoria, muuttamalla tehonsyötön taajuutta ja jännitettä.
<b>Väylä</b>	Teollisuuden verkkoratkaisu, jota käytetään ohjausyksiköiden ja toimilaitteiden väliseen kommunikointiin.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Pesmel Oy:ssä käytetään sähkösuunnitteluun pääasiallisesti Eplan Electric P8 -suunnitteluohjelmaa. Suunnittelijoilla on usein oma tyyhinsä tehdä sähköpiirustuksia, ja uutta asiakasprojektiä tehtäessä mallia katsotaan vanhojen projektien piirustuksista. Vanhoja piirustuksia käytettäessä on myös vaarana, että käytetään vanhentuneita ja toimittajan valikoimista poistuneita komponentteja. Suunnittelussa tapahtuneet virheet voivat myös kertaantua, kun piirikaavioita kopioidaan vanhoista asiakasprojekteista. Yrityksellä on myös tarve yhtenäistää suunnittelua ja parantaa suunnittelun laatua.

## 1.2 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää erilaisia tapoja toteuttaa suunnittelumalli sähköpiirustusten luomiseksi Eplan Electric P8 -ohjelmassa. Tavoitteena oli myös vertailla eri toteutustapoja keskenään, sekä yhtenäistää sähkösuunnittelua ja parantaa suunnittelun laatua.

## 1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyö koostuu seitsemästä luvusta. Luvussa 1 käydään läpi työn johdanto, kerrotaan työn tausta ja tavoite. Luvussa 2 esitellään toimeksiantajan sekä ohjelmistovalmistajan taustaa. Luvussa 3 kerrotaan yleisesti sähkösuunnittelusta. Luvussa 4 paneudutaan suunnittelun laatuun ja vaatimuksiin liittyviin asioihin. Luvusta 5 alkaa työn käytännön osuus, jossa käsitellään sähkösuunnittelun yhtenäistämistä. Tämän jälkeen luvussa 6 kerrotaan erilaisista suunnittelumallivaihtoehdoista ja vertaillaan eri toteutustapoja keskenään. Työn lopussa on yhteenveto ja pohdinta.



## 2 YRITYSESITTELY

### 2.1 Pesmel Oy

Pesmel on erikoistunut materiaalinhallintaratkaisuihin ja se suunnittelee ja valmistaa automatisoituja pakkaus-, materiaalinkäsittely- ja korkeavarastojärjestelmiä (Pesmel, i.a.). Pesmel mainitsee vahvuudekseen kokonaisvaltaisten järjestelmien toimittamisen, mihin kuuluu laite-suunnittelun lisäksi simulointi, tuotannonmallinnus ja ohjelmointi, joiden avulla tuotteiden logistiikkaketjua saadaan tehokkaammaksi. Pesmel tarjoaa myös huolto- ja tukipalveluita, varaosien toimitusta sekä järjestelmien päivitystä asiakkailleen.

Pesmel Oy toimii maailmanlaajuisesti ja on toimittanut satoja järjestelmiä yli neljän vuosikymmenen aikana (Pesmel, i.a.). Suomessa toimipaikat sijaitsevat Kauhajoella, Seinäjoella ja Helsingissä. Työntekijöitä Pesmelillä on yhteensä noin 150. Pääasiallisia asiakasryhmiä ovat paperi-, metalli- ja rengasteollisuus.



Kuvio 1. Linjasto ja korkeavarasto (Pesmel, i.a.).

## 2.2 EPLAN

Eplan on vuonna 1984 perustettu ohjelmistoratkaisuja tarjoava yritys (Eplan, i.a.-a). Ohjelmistoja on tarjolla sähkösuunnittelun, automaatio-suunnittelun ja mekatronisen suunnittelun tarpeisiin. Eplan tarjoaa palveluja 65000 asiakkaalle. Eplanin omistaa Friedhelm Loh Group -yhtiö, jolla on 12 tuotantolaitosta ja 95 kansainvälistä tytäryhtiötä. Friedhelm Loh Group työllistää yli 12000 työntekijää ja liikevaihto oli vuonna 2022 3,3 miljardia euroa.



Kuvio 2. Eplan-logo (Eplan, i.a.-b).

### 2.2.1 Eplan Electric P8

Eplan Electric P8 on suunnittelujärjestelmä, jonka avulla voidaan hoitaa laitteiden ja järjestelmien sähkösuunnittelun (Eplan, i.a.-c). Ohjelmisto tukee useita menetelmiä manuaalisesta suunnittelusta standardoituihin ja mallipohjaisiin ratkaisuihin. Piirikaavioihin perustuva automaattinen raporttien luominen on olennainen osa suunnittelujärjestelmää. Automaattinen projektien luominen tarjoaa myös myöhemmissä vaiheissa projektia tarvittavat tiedot, kuten hankinta-, kokoonpano-, käyttöönotto- ja huoltodokumentaation. Makroteknologian avulla kaavioista voidaan tallentaa lukuisia variantteja eri esitystyypeille. Eplanissa symbolit kytkeytyvät toisiinsa automaattisesti, mikä nopeuttaa suunnittelua ja parantaa suunnittelun laatua. Suunnitelmien osa- ja johdinluettelot voidaan luoda automaattisesti ja niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi materiaalinhankinnoissa ja asennuksissa.

### 3 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelua tarvitaan aina, kun laitteisiin, järjestelmiin, koneisiin, rakennuksiin tai kiinteistöihin tarvitaan sähköenergiaa (Neuvottelevat Sähkösuunnittelijat NSS, 2004, s. 3). Usein laitteeseen, laitteistoon ja järjestelmään tarvitaan myös tietotekniikan sovellutuksia ja tiedonsiirtoa. Sähkötekniikan ymmärtäminen ja soveltaminen käytännön tarpeisiin toimivat suunnittelun perustana. Tietoteknisiä valmiuksia tarvitaan enenevässä määrin. Sähkösuunnitteluprosessi on suurempi kokonaisuus, kuin yksittäisen suunnittelijan tekemä työ projektikokonaisuudessa.

Sähkösuunnittelu on alana monimutkainen ja useat ihmiset voivat työskennellä saman projektin eri osa-alueilla (Eplan, i.a.-d). Sähkösuunnittelutietoja käytetään myös esimerkiksi tilausten käsittelyssä, valmistuksessa ja asennuksessa. On tärkeää, että sähkösuunnittelu on selkeää ja yhtenäistä.

#### 3.1 Tasopiirustus

Tasopiirustus eli layout on kokonaisen laitoksen tai sen osan yleispiirustus. (Mäkinen & Kallio 2004, s. 201). Siitä nähdään kaikkien prosessiin kuuluvien laitteiden sijainti mittakaavassa. Sähkö- ja automaatiosuunnittelijat käyttävät layoutpiirustusta suunnitteluvaiheessa. Suunnittelijat lisäävät laitteet piirustukseen asennustyön suorittamista varten. Sähkösuunnittelijat luovat koneista ja laitteista myös yksityiskohtaisia asennusohjeita, joita kutsutaan sähköpiste-layoutiksi.

#### 3.2 Maadoituskaavio

Laitosten suojajohtimet, jotka on asennettava sähköturvallisuuden ja häiriöiden takia, esitetään maadoituskaaviossa (Mäkinen & Kallio 2004, s. 206). Suojajohtimia ovat suojamaadoitus-, potentiaalintasaus-, häiriö- ja ukkossuojauksen johtimet.

### 3.3 Sähkön jakelukaavio

Sähköenergian jakelu kuluttajamuuntamosta pääkeskukseen ja alakeskuksiin esitetään sähkönjakelukaaviossa (Mäkinen & Kallio, 2004, s. 207). Ainoastaan sähkölaitoksen henkilökunnalla on pääsy tilaan, jossa sijaitsee suurjännitejakelu ja -katkaisija. Muuntajan lisäksi kiskoilta tai kaapelisyöttö muuntajasta pääkeskukseen sijaitsevat kuluttajamuuntamossa. Pääkeskuksessa sijaitsevat tavallisesti suurempien laitteiden moottorilähdöt. Pienempitehoiset moottorilähdöt sijoitetaan alakeskuksiin siten, että moottoreille menevät kaapelointimatkat ovat mahdollisimman lyhyet.

### 3.4 Pääkaavio

Pääkaaviossa esitetään sähkökeskusten pääjännitteen jakelu- ja pääkomponentit (Mäkinen & Kallio 2004, s. 208). Vaihdejohtimia sekä nolla- ja suojajohdinta kuvataan yhdellä viivalla. Pääkatkaisijan ja siihen liitettyjen kojeiden sähkötehot, pääsulakkeet ja käynnistimet voidaan nähdä pääkaaviosta. Siinä selvitetään myös keskuksen pääjännite, virta- ja taajuustiedot, liittymisteho sekä syöttökaapelointi. Pääkaavio on sähkökeskuksen yleiskuva, jonka avulla saadaan käsitys keskuksen rakenteesta ja kokoonpanosta. Pääkaavio on keskusvalmistuksen suunnittelun perusta. Asentaja näkee pääkaaviosta keskuksessa olevien moottorien ja kulutuskojeiden määrän ja tehotiedot sekä käynnistys- ja suojalaitteiden sijainnit.

### 3.5 Piirikaavio

Moottorien ja muiden laitteiden ohjauslaitteet sekä käynnistimet esitetään piirikaavioissa (Mäkinen & Kallio, 2004, s. 208). Piirikaavion voidaan ajatella olevan toimintaselostus sähköalan ammattilaiselle. Siitä selviää piirin toiminta ja sähköinen ohjauskytkentä. Piirikaaviot jaotellaan siten, että yksi kaavio tai sivu käsittää yhden moottorin tai kulutuslaitteen. Piirikaavioita käytetään keskusvalmistuksessa piirien kytkentöihin ja piirien koestukseen laitoksen käyttöönottovaiheessa.

### 3.6 Johdotuskaavio

Johdotuskaaviot luodaan piirikaavioiden perusteella (Mäkinen & Kallio, 2004, s. 208). Niistä selviää moottorilähdön pää- ja ohjauskaapelien tyypit, tunnuksat, asennuspaikat ja kytkennät.

Johdotuskaavioita käytetään keskuksen mitoitukseen, kaapeleiden läpivientien mitoitukseen, riviliitinten ja muiden liitälaitteiden mitoitukseen sekä kaapelointitilojen arviointiin. Johdotuskaavioita tarvitaan myös sähköasennuksia tehtäessä. Kytkennät voidaan myös tarkastaa johdotuskaaviosta käyttöönottovaihetta tehtäessä.

### **3.7 Kenttäväylä**

Kenttäväylä on järjestelmä, jossa logiikan tulo- ja lähtöportit sijaitsevat erillisissä kenttäväylämoduuleissa (Keinänen ym., 2007, s. 214). Erilaisia kenttäväylämoduuleita ovat esimerkiksi tulo- ja lähtömoduuli, paikoitusjärjestelmä, moottorinohjain tai venttiiliterminaali. Kenttäväylämoduulit ja logiikka voidaan kytkeä toisiinsa yhden tiedonsiirtokaapelin avulla, mikä säästää kaapelointikuluja. Kaapelointikuluja voidaan säästää myös silloin kun tulot ja lähdöt ovat hajallaan tai kaukana toisistaan.

### **3.8 Teollisuuskeskukset**

Keskuksia käytetään teollisuudessa moottoreiden syöttö- ja ohjauslaitteiden sijoittamisessa sähkötiloihin (Hietalahti, 2012, s. 196). Keskuksia käytetään myös automaatiojärjestelmien ohjauskaappeina ja kiinteistösähkön jakelussa. Keskukset sijoitetaan yleensä lämpimiin tai ympäristön lämpötilan mukaan käyttäytyviin sisätiloihin. Moottorikeskukset perustuvat standardin SFS EN-61439 mukaisiin rakenteiden vaatimuksiin. Määrittelyssä keskeinen osa on erilaiset osastointiratkaisut, joiden avulla kiskostot, toimintayksiköt ja ulkoiset johtimet sijoitetaan keskuksessa toisiinsa nähden. Kuvassa 1 on esitettyinä pulpettimallinen ohjauskaappi.



Kuva 1. Ohjauspulpetti.

### 3.8.1 Kennokeskus

Kennokeskukset ovat yleensä metallirakenteisia ja ne varustellaan ja testataan ennen asennamista kohteeseen (Hietalahti, 2012, s. 198). Kennokeskuksessa on alumiinisilla tai kuparisilla kiskoilla toteutettu jakelu, joka on jaettu pää- ja haarakiskoihin. Keskukseen tuodaan syöttö kaapelilla tai kiskosillalla. Kennokeskuksen osastointi voidaan toteuttaa koteloiden väliin laippa-aukkoihin asennettavien erotuslaippojen avulla.

### 3.8.2 Kotelokeskus

Kotelokeskukset ovat metallisia tai muovisia kosketussuojattuja ala- tai ryhmäkeskuksia. (Hietalahti, 2012, s. 202). Keskukset valmistetaan yhdessä osassa ja kiinnitetään seinään tai asennuslevyyn. Useasta kotelosta kootaan ryhmä, jonka läpi vietävät yhteydet voidaan toteuttaa joko kaapeloinneilla tai virtakiskoilla.

### 3.8.3 Kaappikeskus

Kaappikeskukset ovat kaappimallisia keskuksia, joissa on joko yksi tai useampi lähtökenttä (Hietalahti, 2012, s. 203). Kaappikeskuksilla voidaan koteloida taajuusmuuttajia tai ohjaus- ja automaatiolaitteita. Keskusten ovet voivat toimia joidenkin prosessin osien valvontatauluna ja ohjauspaikkana, jolloin oveen asennetaan kytkimiä, ohjauspaneeleita, merkkilamppuja, piirtureita ja muita vastaavia komponentteja.



Kuva 2. Kaappikeskus.

## 4 LAATU JA VAATIMUKSET

### 4.1 Laatu käsitteenä

Laadulla käsitteenä on useita ulottuvuuksia ja määritelmiä (Talonrakennusteollisuus, 2017, s. 7). Yksi määrittelytapa on jakaa laatu tuotteen, palvelun tai toiminnan laatuun. Tuotteen laatu herättää asiakkaan huomion. Suunnittelun laatu kertoo, kuinka hyvin asiakkaan asettamat odotukset täyttyvät tuotteen suunnittelussa. Toiminnan laatua kyetään määrittelemään asiakkuuden kautta. Alun perin asiakkaalla tarkoitettiin tuotteen loppukäyttäjää, mutta nykyään sillä kuvataan myös organisaation sisäisiä asiakkaita, esimerkiksi seuraavaa työvaihetta tai sen tekijöitä. Toiminnan laatu on avainasemassa yrityksen sisäisten tarpeiden tyydyttämisessä. Toiminnan laadulla voidaan parantaa tuottavuutta ja alentaa kustannuksia, eli parantaa yrityksen kilpailukykyä.

### 4.2 Standardointi

Standardointi on yhteisten toimintatapojen, käytäntöjen, ratkaisujen ja vaatimusten laatimista. (Suomen standardisoimisliitto (SFS), i.a.-a). Standardien laatiminen on yhteistä sopimista. Kaikki standardit eivät ole pakollisia, mutta on mahdollista, että viranomaiset kokevat niiden käytön niin hyödylliseksi, että sitä suositellaan. Yritykset voivat hyödyntää standardeja, varmistaa toimintansa laadun sekä turvallisuuden. On tärkeää, että sähkösuunnittelu on yhtenäistä, koska usein suuremmissa projekteissa työskentelee useampi suunnittelija eri osa-alueilla.

Standardointi lisää tuotteiden ja palveluiden yhtenäisyyttä, laatua ja turvallisuutta (SFS, i.a.-b). Ne edistävät yritysten liiketoimintaa ja kasvattavat asiakkaiden luottamusta. Standardien merkitys korostuu usein silloin, kun asiat eivät toimi. Suunnittelun yhtenäisyys helpottaa suunnittelijoiden työtä mm. usean suunnittelijan toimiessa saman projektin suunnittelussa, linjastojen muutostöissä ja jo toimitettujen linjastojen ja laitteiden lisätilauksissa. Jokaista suunnittelun osa-aluetta ei tarvitse erikseen tarkistaa, mikäli toimitaan yhdessä sovittujen sääntöjen ja standardien mukaan. Suunnittelun yhtenäisyys selkeyttää myös tuotannossa, keskusvalmistuksessa ja asennuksilla tehtävää työtä.



### 4.3 Yleistä vaatimuksista

Sähkösuunnittelussa oli ollut aikaisemmin käytössä makrokirjasto, mutta se oli jäänyt vähäiselle käytölle mallien päivitystarpeen sekä asiakkaiden yksilöllisten vaatimuksien vuoksi. Erikoisille sähkönsyöttö-, moottori- ja ohjauskaapeille sekä ohjauspulpeteille ja riviliitinkoteille tulisi olla yleisimmin käytettävät komponenttiedot valmiina tietokannassa. Myös eri komponenttivalmistajat tulisi ottaa huomioon: esimerkiksi moottorihjauskaavion komponenteilla ja eri valmistajien taajuusmuuttajilla tulisi olla omat mallinsa. Yritys käyttää tuotteissaan pääasiallisesti Siemensin logiikoita. Erilaisia logiikkatyyppettä on useita, joten näillä olisi hyvä olla määritettynä omat komponenttiedot ja symbolit. Erityisesti syöttöjännitteiden jako ja laitteiden turvapiirit koettiin tärkeäksi yhtenäistää.

### 4.4 Käytettävyys

Suunnittelumallin selkeys on tärkeä osa käytettävyyttä, jotta tarvittavat mallit ja symbolit löytyvät sujuvasti. Helppokäyttöisyys ja visuaalisuus ovat myös avainasemassa mallia valittaessa. Jos suunnittelija kokee suunnittelumallin käytön epäkäytännölliseksi tai raskaaksi käyttää, se voi jäädä vähäiselle käytölle tai jopa kokonaan käyttämättä ja vanhaan tapaan palaaminen koetaan paremmaksi vaihtoehdoksi.

### 4.5 Muokattavuus

Malliprojektin tulisi olla helposti muokattavissa ja päivitettävissä tarpeen vaatiessa. Päivitys on olennainen osa malliprojektia uusien komponenttimallien ja mallissa havaittujen virheiden korjaamista varten, jotta ne eivät kertautuisi uusia projekteja tehtäessä. Mallin ylläpito on tärkeää ja yrityksen tulisi valita henkilö, joka pitää mallia ajantasaisena.

### 4.6 Versionhallinta

Versionhallinta on muutosten reaaliaikaista seuranta. Sen avulla voidaan selvittää muutosten ajankohta ja niiden tekijä. Versionhallinnan avulla voidaan tarkastella tehtyjä muutoksia (Documentaal, i.a.). Versionhallinta on oivallinen työkalu pitämään suunnittelumalli ajantasaisena ja laadukkaana.

#### **4.7 Standardien mukainen suunnittelu**

Pesmel toimittaa laitteistoja maailmanlaajuisesti, joten suunnittelussa on huomioitava eri maanosissa vaadittavat standardit. Pesmel noudattaa keskusten ja automaatiojärjestelmien suunnittelussa koneturvallisuuden ja koneiden sähkölaitteistojen standardia EN 60204-1, jakokeskusten ja niiden vaatimuksiin liittyvää IEC 61439-1 -standardia sekä muita voimassa olevia EN-standardeja, jos järjestelmä toimitetaan Eurooppaan. Yhdysvaltoihin toimitettaessa noudatetaan UL508A-standardia. Lisäksi järjestelmät suunnitellaan erityisohjeiden ja keskusvalmistajien ohjeiden mukaisesti. EN- ja UL-standardien mukaisille komponenteille ja kaapeleille on luotava omat mallinsa ja ne on eroteltava selkeästi toisistaan.

#### **4.8 IEC-standardit**

IEC on standardoimisjärjestö, joka toimii maailmanlaajuisesti (SFS, 2016, s. 94). Sen tehtävänä on edistää yhteistyötä sähkö- ja elektroniikka-alan standardisointiin liittyvissä asioissa. SFS-EN 61439-1 -standardi yhdenmukaistaa jakokeskuksiin liittyviä yleisiä säädöksiä ja vaatimuksia.

#### **4.9 UL-standardit**

UL on tärkein sertifiointiorganisaatio Yhdysvalloissa (Schneider Electric, 2017, s.4). Se kehittää standardeja tuotteille, laitteille ja asennussäädöksiin. UL sertifioi laitteita, joita halutaan viedä Yhdysvaltojen markkinoille. UL varmistaa myös, että Yhdysvalloissa paikallisesti valmistetut laitteet ovat vaatimusten mukaisia. UL508A-tandardi koskee teollisuuden ohjauslaitteita.

	Mark for U.S.	Mark for Canada	Mark for U.S. / Canada
Listing mark			
Recognition mark			

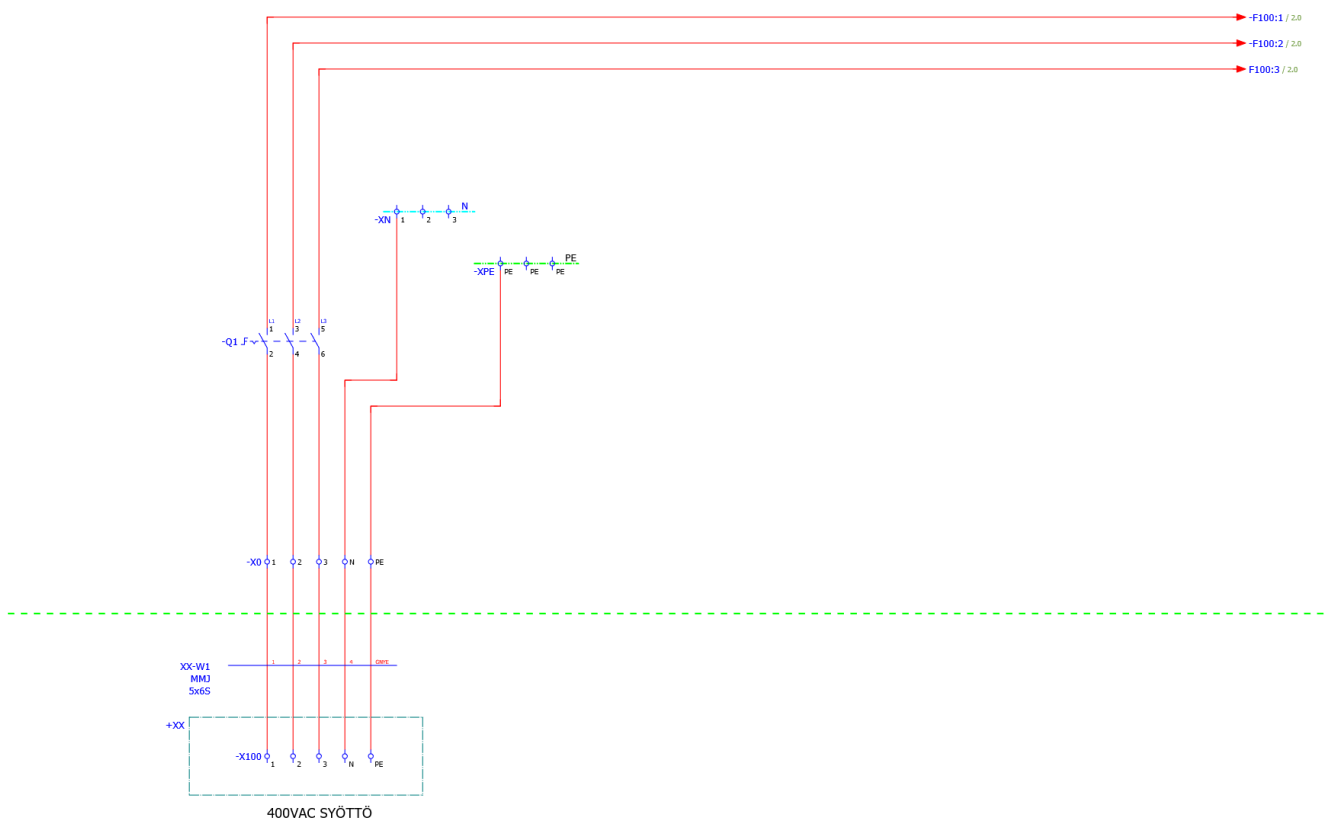
Kuvio 3. UL-merkinnät (Yleiselektronikka, i.a.).

UL-listatut ja tunnustetut laitteet ja kaapelit tunnistaa kuviossa 3 olevista merkinnöistä.

## 5 SUUNNITTELUN YHTENÄISTÄMINEN

### 5.1 Pääjännitteen syöttö

Sähkösyöttökaaviot ovat perusrakenteeltaan samankaltaisia. Piirikaavioissa pääjännite tuodaan keskuksiin alhaalta ja keskuksien ulkopuolella olevat kaapit, kotelot, johtimet ja kentällä sijaitsevat laitteet ja katkaisijat rajataan katkoviivoilla. Ensimmäisellä sivulla sijaitsee pääjännitteen syöttö, pääkatkaisin sekä virta-, maadoitus- ja nollakiskot.

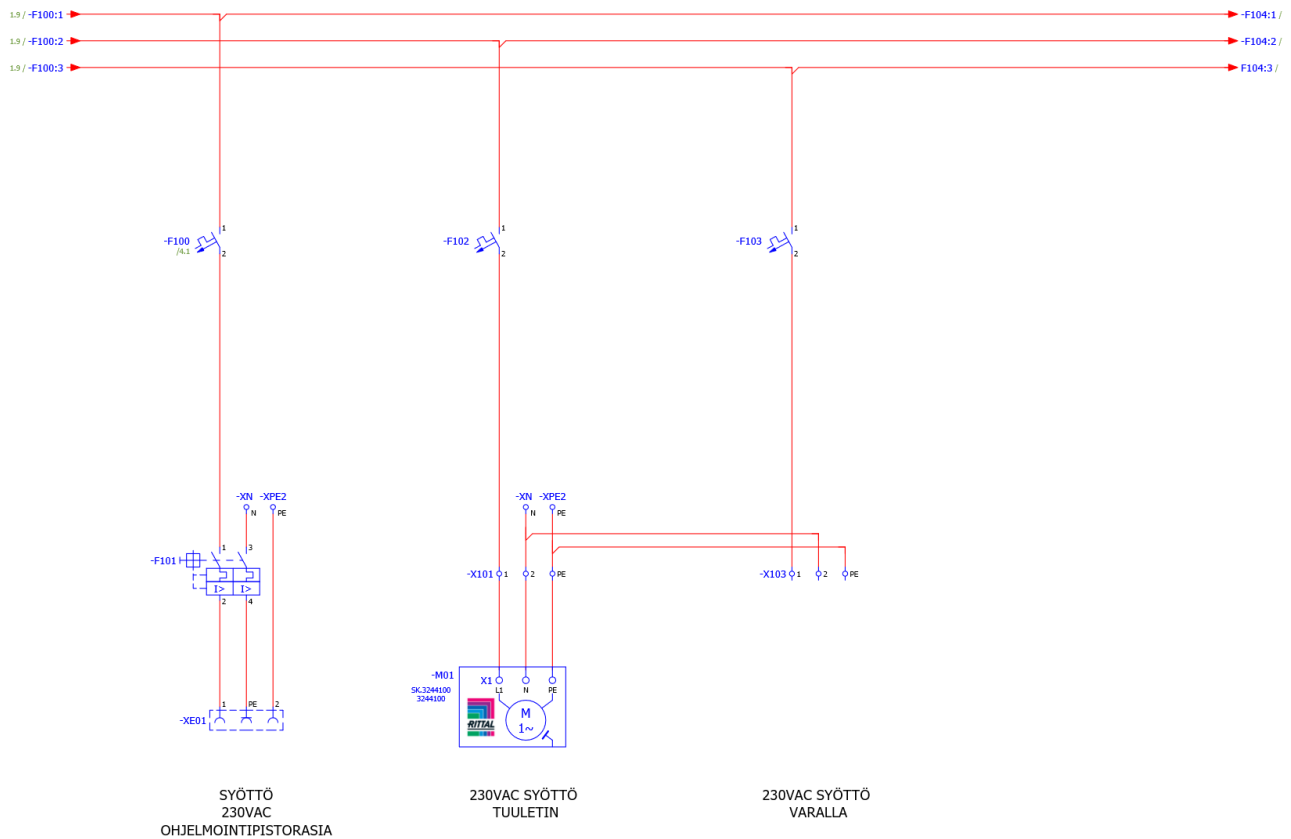


Kuvio 4. Esimerkki pääjännitteensyötöstä.

Seuraavilla sivuilla esitetään tarpeen mukaan pääjännitteen jakaminen toisille keskuksille, laitteille ja virtakiskoille.

### 5.2 230 VAC:n ohjausjännite

Ohjelmointipistorasia sijoitetaan kaaviossa vasemmalle, keskelle tulevat tuuletin tai jäähdytin ja lopuksi varalla oleva syöttö sekä muille keskuksille ja koteloille menevät syötöt (kuvio 5).

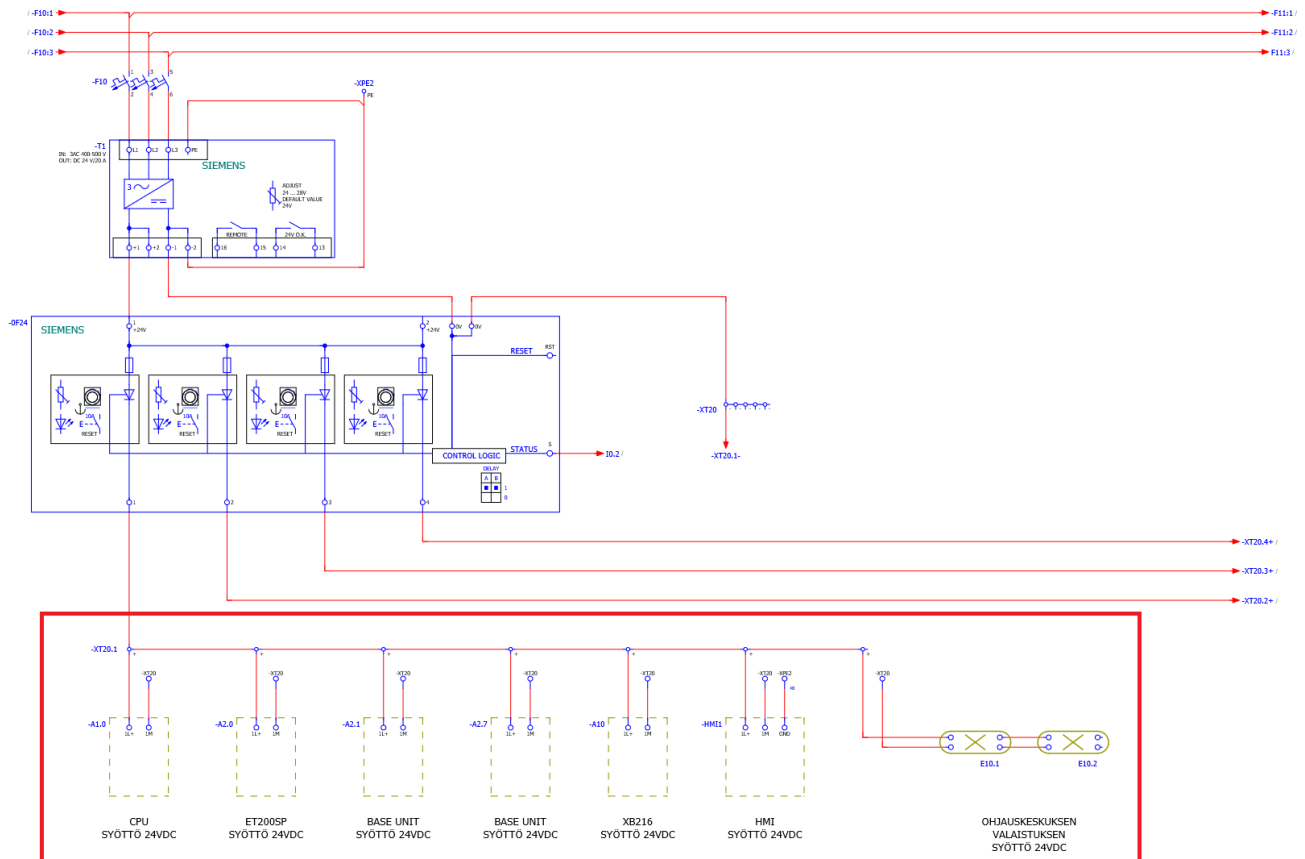


Kuvio 5. Esimerkki 230 VAC:n ohjausjännitteenjaosta.

### 5.3 24 VDC:n ohjausjännite

24 VDC -muuntaja sijoitetaan kaaviossa ylös vasemmalle ja muuntajan alapuolelle tarpeen mukaan joko selektiivisyysmoduuli tai sulakkeet. Moduulin oikealle puolelle sijoitetaan miinus-riviliittimet.

24 VDC:n jännitteenjako toteutetaan ryhmittäin. Ensimmäiseen ryhmään kytketään keskuksen sisäiset komponentit, kuten keskusyksikkö, logiikka, tulo- ja lähtökorttien perusyksiköt sekä HMI-paneeli ja lamput. Toinen yksittäinen ryhmä on kenttälaitteet, eli tulojen ja lähtöjen syöttö sekä apureleet. Kolmas ryhmä ovat turvatulojen ja -lähtöjen syötöt. On erityisen tärkeää, että turvatulojen ja -lähtöjen ryhmään ei kytketä minkään muun ryhmän syöttöjä. Neljäs ryhmä sisältää taajuusmuuttajien 24 VDC:n ohjausjännitteet. Selektiivisyysmoduuleita tai syöttöjä voi tarpeen mukaan olla useampia kappaleita keskuksessa. Yksittäisiä ryhmiä voidaan jakaa useampaan eri syöttöön, mutta on vältettävä sekoittamista eri ryhmien laitteita tai komponentteja keskenään, eli samaa kaavaa noudatetaan myös useiden syöttöjen osalta (kuvio 6).

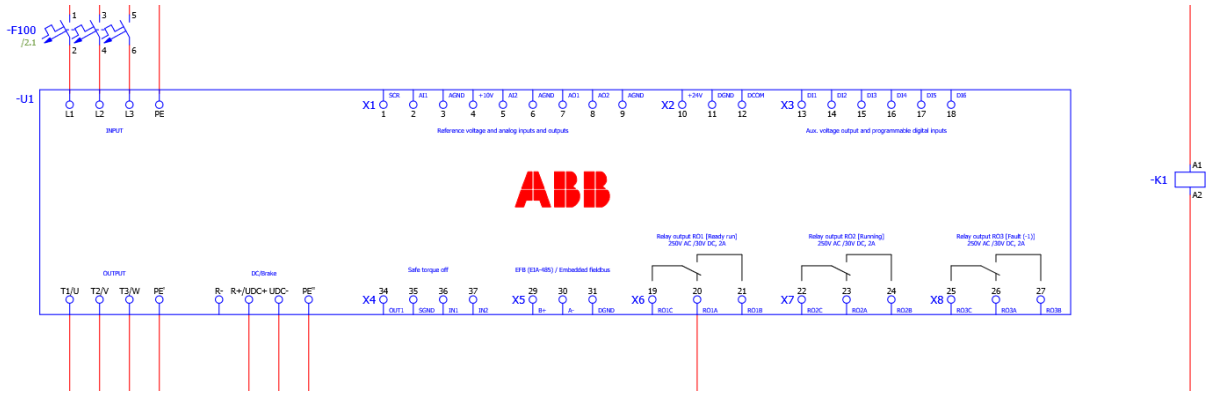


Kuvio 6. 24 VDC:n jännitteenjako.

Kuviossa 6 on keskuksen sisäisten komponenttien yksittäinen ryhmä ympyröitynä punaisella.

## 5.4 Moottorilähtökaavio

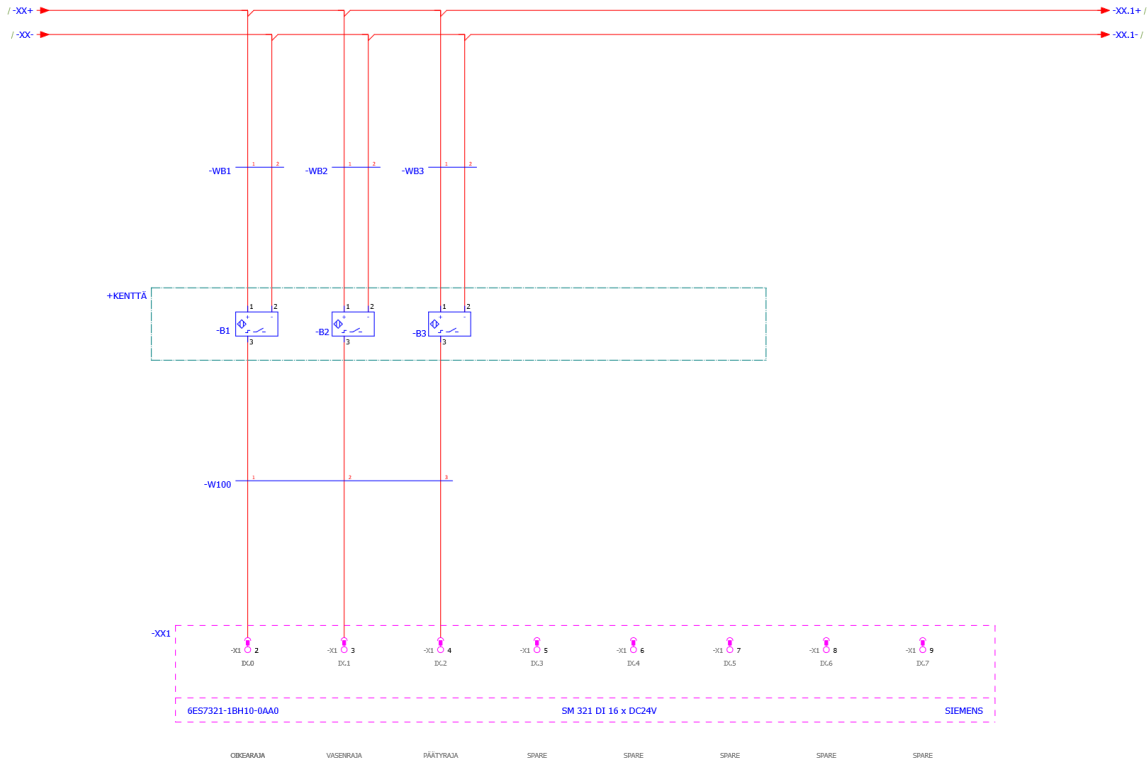
Moottorilähtökaaviossa taajuusmuuttajan symboli määrittelee pitkälti kaavion rakenteen. Järjestyksen etukojeet sijoitetaan taajuusmuuttajan oikealle puolelle. Taajuusmuuttajien symboleja käytettäessä on varmistettava, että käytetään alkuperäisiä symboleja, eikä jo valmiiksi muokattuja. Taajuusmuuttajan symbolia muokkaamalla saadaan selkeytettyä moottorilähtökaaviota tarpeen mukaan.



Kuvio 7. Taajuusmuuttaja ja jarruvastuksen etukoje.

### 5.5 Ohjauskaavio

Tulokortit sijoitetaan aina sivun alaosaan ja vastaavasti lähtökortit yläosaan. Erityyppisiä lojiikkakortteja on käytössä useita erilaisia ja symbolivariaatioita lukuisia. Suunnittelun yhtenäistämisen vuoksi täytyisi valita kuhunkin korttiin käytettävä symboli.



Kuvio 8. Tulokortti sivun alaosaan.

## **5.6 Keskukset, kotelot ja pulpetit**

Keskuksien ja koteloiden mitat määräytyvät niiden sisältämien komponenttien mukaan. Keskuksen fyysinen sijainti voi myös vaikuttaa keskuskokoon rajoittavasti. Erikokoisille keskuksille, kotelolle ja pulpeteille on luotava mallit, joista löytyvät kaikki tarvittavat komponenttiedot valmiina, kuten kuhunkin keskukseen tarvittavat paneelit, ovet ja muut lisätarvikkeet.



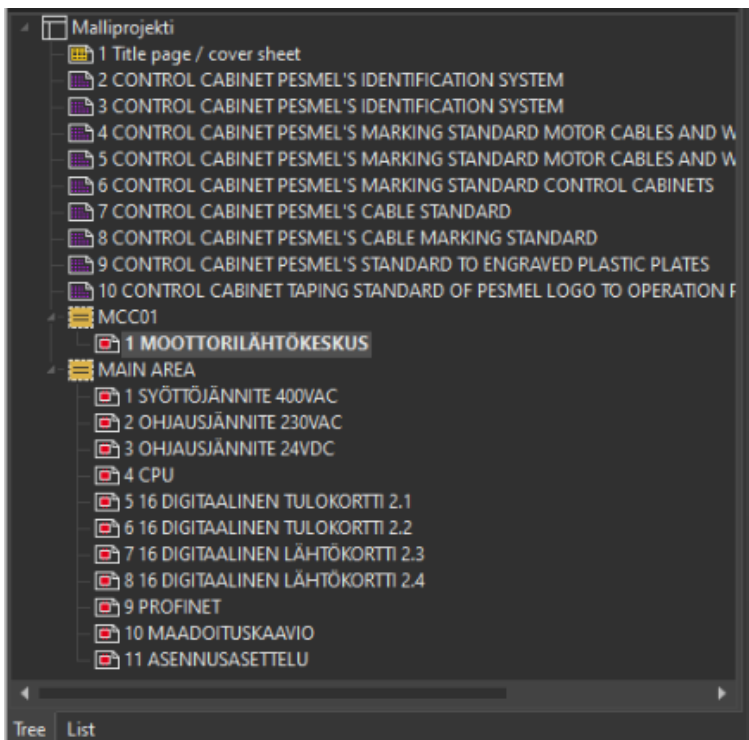
## 6 EPLAN-SUUNNITTELUMALLIVAIHTOEHTOJA

### 6.1 Yleistä suunnittelumallista

Suunnittelumalliin tulee koota kaikki yleisimmin käytössä olevat komponentit, symbolit ja kaaviot. Suunnittelumallin selvitys toteutettiin selvittämällä erilaisia toteutustapoja. Malleille suoritettiin empiirisiä kokeita niiden toimivuuden kartoittamiseksi sähkösuunnittelijoiden käyttöön.

### 6.2 Malliprojekti

Malliprojekti on asiakasprojektin kaltainen projektitiedosto, jossa piirikaaviot ja symbolit ovat Eplan Electric P8 -ohjelmassa omina sivuinaan tiedostopuussa (kuvio 9). Sivut voidaan navigoinnin ja oikeiden kaavioiden löytymisen helpottamiseksi nimetä niiden sisällön mukaan, minkä ansiosta malliprojekti on erittäin visuaalinen suunnitelumalli. Kaaviot ja symbolit lisätään asiakasprojekteihin kopioi-liitä-ominaisuuden avulla. Malliprojektin käytettävyys on helppoa ja kaavioiden muokattavuus yksinkertaista. Malliprojektissa voidaan hyödyntää tarvittaessa myös makroja.



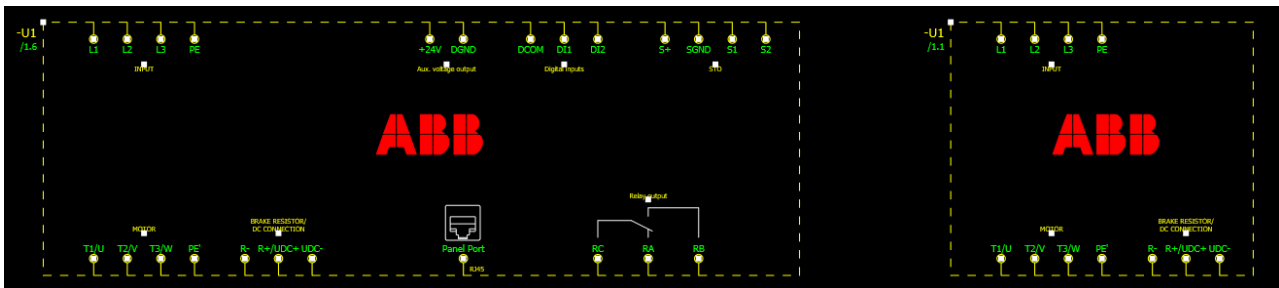
Kuvio 9. Esimerkki projektin tiedostopuusta.

Malliprojektin huonoiksi puoliksi havaittiin raskas käytettävyys, etenkin useamman suunnittelijan käyttäessä mallia samanaikaisesti. Erilaisille kaaviovarianteille täytyy tehdä omat kaaviot, joten malliprojekti voi kasvaa hyvin suureksi. Osakokonaisuuksien kopioimisesta ja liittämisestä aiheutuneet virheet ovat myös mahdollisia tässä toteutustavassa. Mallin jakaminen useampiin projektitiedostoihin, esimerkiksi sähkönsyöttöön liittyvät kaaviot, ohjauskaaviot, väyläkaaviot, voisi olla yksi vaihtoehto mallin keventämiseksi.

### 6.3 Makrot

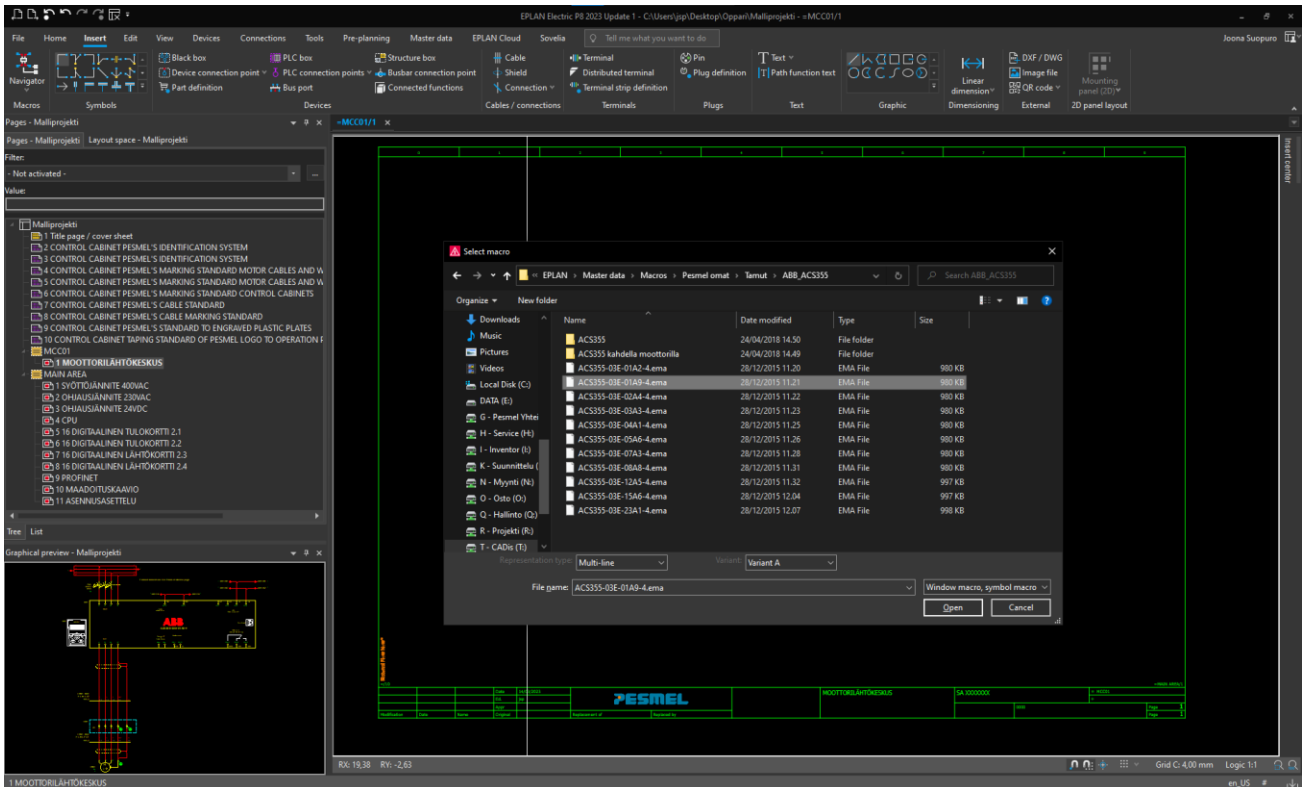
Makrot ovat tiedostomuotoisia kaavioita, joita voidaan liittää projektiin osina tai kokonaisina sivuina (Eplan, 2021). Makroja on kolmenlaisia: symbolimakrot, ikkunamakrot ja sivumakrot.

Symbolimakrot ovat yksittäisiä tai useampia variaatioita sisältäviä symboleja, jotka muodostavat yksittäisen objektin. Ikkunamakrot voivat olla kokonaisia sivuja tai osia sivuista ilman sähkökuvien otsikointia. Sivumakrot ovat kokonaisia sivuja ikkunamakrojen tapaan, mutta niissä on mukana sähkökuvien otsikoinnit ja tekstit. Sivumakrot voivat sisältää yhden tai useamman sivun per makrotiedosto.



Kuvio 10. Saman symbolin eri variaatiot.

Hyviä puolia makrojen käytössä on mahdollisuus tallentaa erilaisia kaaviovariantteja saman makrotiedoston alle. Eri kaaviovariantteja on mahdollista selata sarkainta painamalla. Makroja on myös kevyempi käyttää projektimalliin verrattuna. Makroista on hyötyä käytettäessä toistuvasti samaa kaavion osaa, mutta eri tiedoilla ja komponenteilla. Valittavia makroja voidaan esikatsella Eplanissa vasemmalla olevan sivupalkin ikkunan avulla (kuviot 11).



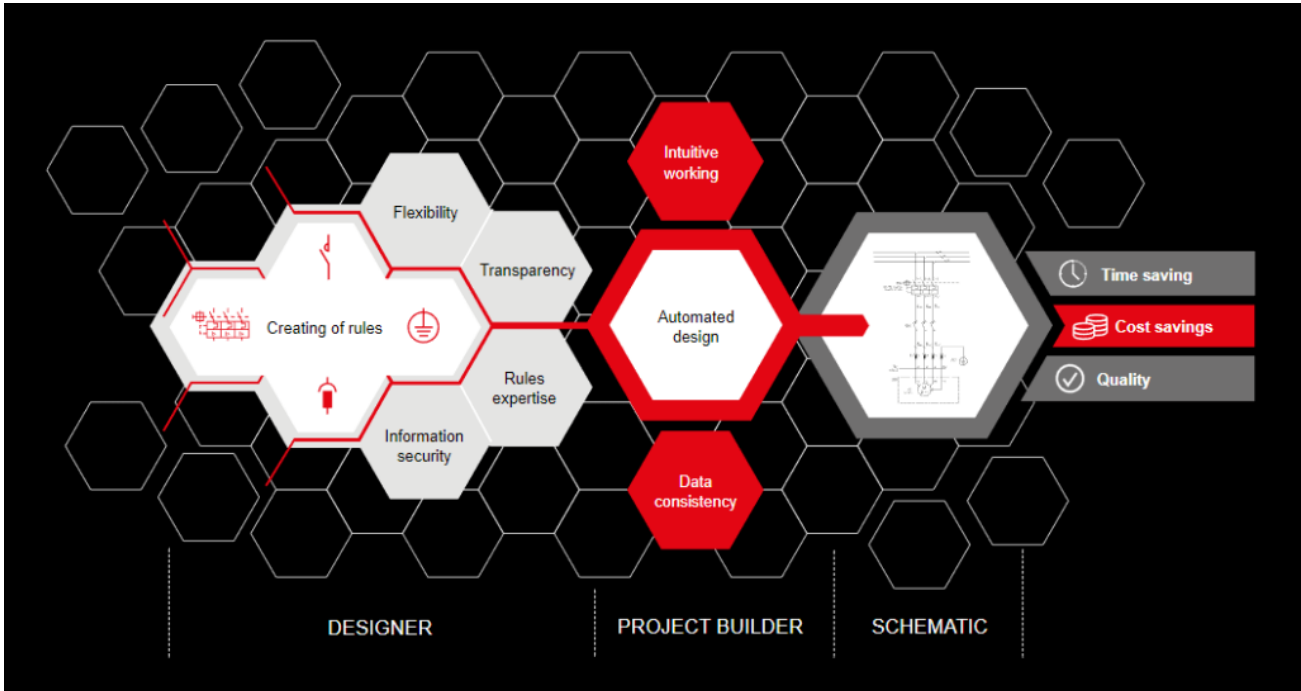
Kuvio 11. Esikatseluikkuna ja esimerkki tiedostomuodoista.

Huonoiksi puoleksi havaittiin makrojen päivityksen haastavuus, etenkin niiden makrojen osalta, joissa oli lukuisia varianteja. Makroja käytettäessä tarvittavat makrot oli jaettava useisiin kansioihin, jotta tarvittavia kaavioita olisi helpompi löytää. Tästä johtuen makrotiedostojen lukumäärä kasvoi valtavaksi eikä niitä ollut käytännöllistä etsiä lukuisien tiedostojen joukosta.

## 6.4 Eplan Cograeer

Eplan Cograeer on Eplanin pilvipohjainen lisäosa (Eplan, i.a.-e). Cograeer edistää standardisointia ja mahdollistaa automatisoidun suunnittelun makroja ja konfiguraattoreita käyttämällä. Konfiguraattoreihin lisätään projektikohtainen informaatio, jonka avulla dokumentaatio luodaan automaattisesti. Projektikohtaiseen informaatioon tarvittava data on varastoitu makroprojekteihin, jotka toimivat konfiguraattoreiden kirjastoina.

Kuviossa 12 on esitys Cograeerin tarjoamista mahdollisuuksista. Sääntöjen avulla luodaan automatisoitu suunnittelu, jonka avulla voidaan säästää aikaa, resursseja ja parantaa tuotteen- sekä suunnittelun laatua.



Kuvio 12. Cogineer-työkalun graafinen kuvaus (Eplan, i.a.-e).

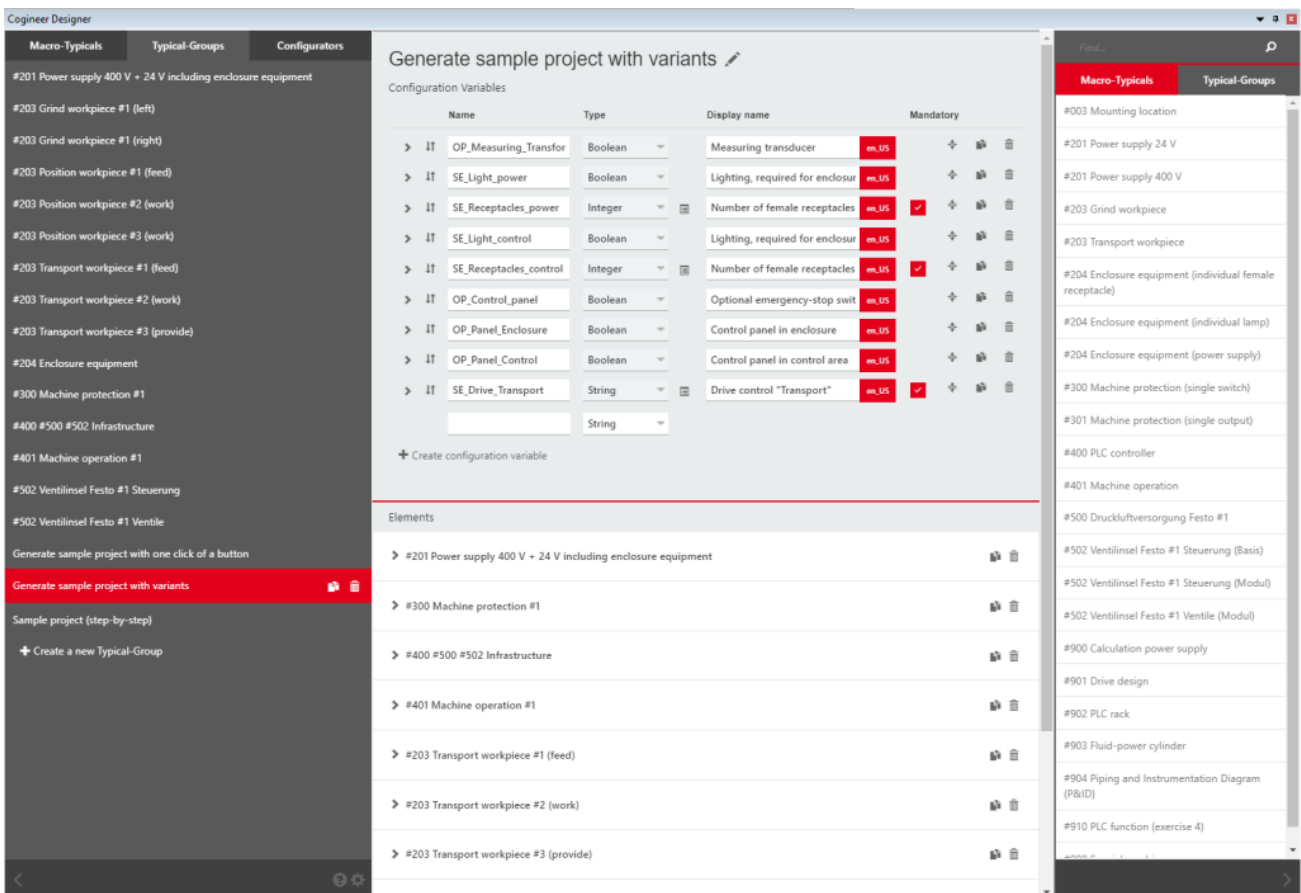
Yksi tärkeimmistä ominaisuuksista työskenneltäessä Eplan Cogineerin kanssa on toimintojen modularisointi (Eplan, i.a.-f). Projektikohtaista tietoa käytetään toimintojen konfiguroimiseen ja tässä yhteydessä on otettava huomioon tuotteiden variaatiot. Makroprojektin avulla voidaan luoda kirjasto, joka sisältää tuotteen projektidokumentointiin tarvittavat tiedot modulaarisessa muodossa. Kun kaikki tiedot ovat modulaarisessa muodossa, voidaan määrittellä Macro-Typical-, Typical-Group- ja Configurator-osioita sekä riippuvuuksia ja ristsuhteita. Makrojen lisäksi säännöt tallennetaan myös kirjastoon. Sääntöjen avulla voidaan määrittellä, mitä konfigurointimahdollisuuksia suunnittelijalla on.

#### 6.4.1 Eplan Cogineer Designer

Cogineer Designerin avulla suunnittelija voi määrittellä ja muokata konfiguraattoreita, joita käytetään myöhemmin Project Builderissa (Eplan, i.a.-g). Tätä varten luodaan Macro-Typical-, Typical-Group- ja Configurator-osioita ja määrittellään sääntöjä niitä varten. Suunnittelija täyttää konfiguraattorin projektikohtaisilla tiedoilla, joita käytetään erilaisiin tuotevariaatioihin. Macro-Typical-osio sisältää tuotteen osan, jota ollaan konfiguroimassa. Se voi sisältää myös tuotteen tekniset ominaisuudet tai tehtävän, esimerkiksi laitetopologian tai PLC-ohjauksen. Typical-Group on osio, joka ryhmittelee yksittäisten tuotteiden toiminnot. Se sisältää kaikki

Macro-Typical- tai Typical-Group-osiot, joilla on ristisuhteita tai loogisia riippuvuuksia. Configurator-osiota kartoittaa kaikki mahdolliset käytettävissä olevat tuotevariaatiot.

Kuviossa 13 on Cograener lisäosan käyttöliittymä. Vasemmalla laidassa on sivupalkki, jossa sijaitsee Macro-typical-, Typical-Group- ja konfiguraatio-osiot valitussa kirjastossa. Keskellä on työskentelytila, josta voidaan muokata sivupalkista valittuja elementtejä. Oikealla sijaitsee navigaattori, josta löytyy Macro-Typical- ja Typical-group-osiot, joita voidaan lisätä työskentelytilaan.



Kuvio 13. Cograener Designer-käyttöliittymä (Eplan, i.a.-h).

## 6.4.2 Eplan Cograener Project Builder

Project Builderin avulla voidaan muokata konfiguraattoreita, joita määriteltiin Cograener Designerin avulla (Eplan, i.a.-i). Project Builderin avulla tuotevariaatioiden projektidokumentaatiot voidaan luoda helposti. Aluksi valitaan joko Eplanissa jo avoinna oleva projekti, tai luodaan

uusi. Tämän jälkeen valitaan konfiguraattori, jota käytetään projektin dokumentaatioon. Lopuksi konfiguraattoriin valitaan joko Macro-typical- tai Typical-group-osio. Tässä yhteydessä valitaan elementit, joita tarvitaan haluttuihin tuotevariaatioihin.

### **6.4.3 Eplan Cogineer -yhteenveto**

Eplan Cogineerin hyviksi puoliksi mainitaan helppokäyttöisyys, automatisoitu kaavioiden luominen, laatu, yhtenäisyys ja suunnitteluvirheiden minimoiminen (Eplan, i.a.-j). Huonoiksi puoliksi voitiin todeta investointien ja resurssien tarve sekä lisenssiin että mahdolliseen henkilöstön koulutukseen. Myös reaaliaikainen kaavioiden jakaminen ei ole mahdollista suunnittelijoiden kesken. Makrokirjasto on myös luotava oikein ja sitä on pidettävä ajantasaisena.

## 7 POHDINTA JA YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli tutkia erilaisia tapoja toteuttaa suunnittelua avustava suunnittelumalli Eplan Electric P8 -suunnitteluohjelmistossa. Tavoitteena oli myös yhtenäistää suunnittelua ja paneutua suunnittelun laatuun liittyviin kysymyksiin. Työ alkoi sähkösuunnittelijoiden kanssa käydyillä palavereilla, jossa kartoitettiin suunnittelumallin vaatimuksia sekä suunnittelijoiden mielipiteitä mallin toteutustavasta. Tietoa etsittiin myös suunnittelun laatuun ja yhtenäistämiseen liittyvästä kirjallisuudesta. Tämän jälkeen etsittiin tietoa erilaisista toteutustavoista. Opinnäytetyön käytännön osuus päätettiin rajata suunnittelumallin esiselvitykseen suunnittelumallin toteutuksen laajuuden vuoksi.

Lopputulokseksi saatiin yhteenveto erilaisista suunnittelumalleista, niiden käytöstä ja sähkösuunnittelun yhtenäistämisestä. Haasteita aiheutti Eplan Cogineer -lisäosan lisenssin puuttuminen, joten siihen ei pystytty tutustumaan syvällisemmin. Tulevaisuudessa tätä opinnäytetyötä voidaan hyödyntää yrityksessä suunnittelumallin valinnassa ja toteutuksessa.

Suunnittelumallin käyttöönotto vaatii suunnittelijoiden sitoutumista sekä käyttöönotossa että ylläpitämisessä. On myös tärkeää, että mallin käyttö on selkeää ja sujuvaa, jotta vanhoihin suunnittelutapoihin ei enää palattaisi.

## LÄHTEET

- Keinänen, T. & Kärkkäinen, P & Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. (2007) *Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat*. Otava.
- Documentaal. (i.a.). *Versionhallinta: mikä se on ja mitä hyötyä siitä on sinulle?* Haettu 6.3.2023, <https://documentaal.nl/fi/versiebeheer-wat-is-het-en-wat-heb-je-eraan/>
- Eplan. (19.11.2021). *Placing window macros*. Haettu 12.3.2023, [https://www.eplan.help/en-US/Infoportal/content/api/2022/HE\\_PlaceMacros.html](https://www.eplan.help/en-US/Infoportal/content/api/2022/HE_PlaceMacros.html)
- Eplan. (i.a.-a). *Tietoa meistä*. Haettu 28.2.2023, <https://www.eplan.fi/yritys/kuvaus/tietoa-meistae/>
- Eplan. (i.a.-b). *Tehokasta suunnittelua -Efficient Engineering*. Haettu 28.2.2023 <https://www.eplan.fi/>
- Eplan. (i.a.-c). *Eplan Electric P8*. Haettu 28.2.2023, <https://www.eplan.fi/ratkaisut/eplan-electric-p8/>
- Eplan. (i.a.-d). *Sähkösuunnittelu*. Haettu 28.2.2023, <https://www.eplan.fi/toimialat/saehkoesuunnittelu/>
- Eplan. (i.a.-e). *The Cogineer*. Haettu 12.3.2023, [https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer\\_help.htm#htm/cogineer\\_intro.htm%3FTocPath%3DCogineer%7C\\_\\_\\_\\_\\_1](https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer_help.htm#htm/cogineer_intro.htm%3FTocPath%3DCogineer%7C_____1)
- Eplan. (i.a.-f). *Using the library*. Haettu 12.3.2023, [https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer\\_help.htm#htm/cogineer\\_library.htm%3FTocPath%3DCogineer%7C\\_\\_\\_\\_\\_3](https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer_help.htm#htm/cogineer_library.htm%3FTocPath%3DCogineer%7C_____3)
- Eplan. (i.a.-g). *The Designer: Basics*. Haettu 14.3.2023, [https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer\\_help.htm#htm/cogineer\\_d\\_basics.htm%3FTocPath%3DCogineer%7CDesigner%7C\\_\\_\\_\\_\\_1](https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer_help.htm#htm/cogineer_d_basics.htm%3FTocPath%3DCogineer%7CDesigner%7C_____1)
- Eplan. (i.a.-h). *The user interface in Designer*. Haettu 14.3.2023, [https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer\\_help.htm#htm/cogineer\\_d\\_gui.htm%3FTocPath%3DCogineer%7CDesigner%7C\\_\\_\\_\\_\\_2](https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer_help.htm#htm/cogineer_d_gui.htm%3FTocPath%3DCogineer%7CDesigner%7C_____2)
- Eplan. (i.a.-i). *The Project Builder: Basics*. Haettu 14.3.2023 [https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer\\_help.htm#htm/cogineer\\_pb\\_basics.htm%3FTocPath%3DCogineer%7CProject%2520Builder%7C\\_\\_\\_\\_\\_1](https://www.eplan.help/en-us/Infoportal/Content/Cogineer/2.9/Cogineer_help.htm#htm/cogineer_pb_basics.htm%3FTocPath%3DCogineer%7CProject%2520Builder%7C_____1)
- Eplan. (i.a.-j). *Eplan cogineer*. Haettu 14.3.2023 <https://www.eplan.fi/ratkaisut/eplan-cogineer/>



- Hietalahti, L. (2012). *Teollisuuden sähkökäytöt*. Tammertekniikka.
- Mäkinen, M.J.J. & Kallio, R. (2004). *Teollisuuden sähköasennukset*. Otava.
- Neuvottelevat Sähkösuunnittelijat NSS (2004). *Sähkösuunnittelijan käsikirja*. Sähköinfo.
- Pesmel. (i.a.). *Pesmel, The Material Flow How Company*. Haettu 28.2.2023, [https://pesmel.com/wp-content/uploads/2022/01/Pesmel\\_General\\_Brochure\\_8\\_pages\\_EN\\_spreads.pdf](https://pesmel.com/wp-content/uploads/2022/01/Pesmel_General_Brochure_8_pages_EN_spreads.pdf)
- Schneider Electric. (2017). *Control Panel Technical Guide*. Haettu 25.4.2024, [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_Doc\\_Ref=CPTG005\\_EN](https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=CPTG005_EN)
- Suomen standardisoimisliitto (SFS). (2016). *SFS-käsikirja 640 sähkökeskukset*. SESKO.
- Suomen standardisoimisliitto (SFS). (i.a.-a). *Mitä standardi tarkoittaa?* Haettu 6.3.2023, <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>
- Suomen standardisoimisliitto (SFS). (i.a.-b). *Standardeista on hyötyä meille kaikille*. Haettu 6.3.2023, <https://sfs.fi/standardeista/standardien-hyodyt/>
- Talonrakennusteollisuus. (2017). *Rakennustöiden laatu 2017* (11. painos) Rakennustieto Oy.
- Yleiselektronikka. (i.a.). *UL-Hyväksytyt kaapelit - Hyväksyntöjen merkitys teollisuuskäytössä*. Haettu 6.3.2023, <https://www.yeint.fi/uutiset/UL-hyvaksytyt-kaapelit>