



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

MALLIKIRJASTO SÄHKÖSUUNNITTELUN TUEKSI

Eetu Heikkilä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017
Talotekniikka
Sähköinen talotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikka
Sähköinen talotekniikka

HEIKKILÄ, EETU: Mallikirjasto sähkösuunnittelun tueksi

Opinnäytetyö 37 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Toukokuu 2017

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda mallikirjasto suunnittelutoimiston käyttöön ja kertoa suunnitteluprojektin vaiheista. Mallikirjastoon tehtiin yrityksen suunnittelijoiden käyttöön piirikaavio- ja järjestelmäkaaviomalleja, jotka toteutettiin uusimmilla ohjelmistoilla ja yhtenäisen esitystavan mukaisesti. Tavoitteena oli yhdenmukaistaa ja tehostaa sähkösuunnittelua tarjoamalla tarkastettuja ja toimivia mallidokumenteja suunnittelun tueksi.

Toinen opinnäytetyön tavoitteista oli kertoa suunnitteluprojektin vaiheista keskittyen sähkösuunnittelijan näkökulmaan. Suunnitteluprojektin vaiheet kuvattiin uusimman taloteknisen suunnittelun tehtävälueen TATE 12:n mukaan. Suunnitteluprojektin kuvaus antaa aloittelevalle suunnittelijalle käsityksen suunnitteluprojektin kulusta ja sen eri vaiheisiin kuuluvista tehtävistä.

Piirikaavio- ja järjestelmäkaaviot muokattiin yrityksen vanhoista malleista tai projekteissa käytetyistä dokumenteista. Piirikaavioiden esitystapaa yhdenmukaistettiin ja piirustukset päivitettiin CADiE 2016 -ohjelmalle. Järjestelmäkaaviot muokattiin mallidokumenteiksi sopiviksi MagiCAD 2015 -ohjelmalla. Molemmille mallikaavioille tehtiin hakemistorakenne sekä ohjeistus ylläpitoa ja päivitystä varten Microsoftin Excel- ja Word-ohjelmilla.

Asiasanat: mallikirjasto, piirikaavio, järjestelmäkaavio, suunnitteluprojekti

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Building Services Engineering

HEIKKILÄ EETU:
Design library to support electrical design

Bachelor's thesis 37 pages, appendices 5 pages
May 2017

The purpose of this study was to create a design library for the engineering company Alten Finland. The aim was to unify and boost the electrical designing process and to give new employees basic knowledge of projects' progress, electrical circuit diagrams and system diagrams.

Progress of the project is described using building services engineering task list TATE 12. The TATE 12 task list includes all tasks in the field of building services engineering but in this study, it was viewed from electrical designers' perspective.

Circuit diagram designs were made with the electrical designing program CADiE 2016. The focus was on making the drawings uniform and easily editable. System diagram designs were made with another electrical designing program, MagiCAD 2015, focusing on keeping only the necessary information in the models. Some of the diagrams were made by editing old electrical drawings and some were drawn from scratch. Directory structures were made for both diagram models by using Excel charts to help design library users to find the drawing needed.

Key words: design library, circuit diagram, system diagram, electrical engineering

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	SÄHKÖSUUNNITTELUN VAIHEET	7
2.1	Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo 12	7
2.2	Tarveselvitys	7
2.3	Hankesuunnittelu	8
2.4	Suunnittelun valmistelu	9
2.5	Ehdotussuunnittelu.....	10
2.6	Yleissuunnittelu	11
2.7	Rakennuslupatehtävät	11
2.8	Toteutussuunnittelu.....	12
2.9	Rakentamisen valmistelu ja rakentaminen.....	13
2.10	Käyttöönotto ja takuu-aika	14
3	PIIRIKAAVIOT	15
3.1	Yleistä	15
3.2	Sisältö.....	15
3.3	Esitystapa	16
3.4	Laitteiden ja komponenttien kirjainkoodit.....	18
3.5	Koskettimien esittäminen	20
4	YLEIS- JA JÄRJESTELMÄKAAVIOT.....	21
4.1	Yleistä	21
4.2	Sisältö.....	21
4.3	Esitystapa	22
5	SÄHKÖSUUNNITTELUN MALLIKIRJASTO	23
5.1	Tavoitteet	23
5.2	Piirikaaviomallit.....	23
5.3	Piirikaaviomallien toteutus	24
5.4	Piirikaaviohakemisto ja nimeäminen	25
5.5	Järjestelmäkaaviot.....	27
5.6	Järjestelmäkaaviomallien toteutus	27
5.7	Järjestelmäkaaviohakemisto ja nimeäminen.....	28
6	POHDINTA JA JATKOKEHITYS	30
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	33
	Liite 1. Piirikaavioiden hakemisto.....	33
	Liite 2. Esimerkki lämmityksen piirikaaviomallista (LÄM_203).....	34
	Liite 3. Esimerkki valaistuksen piirikaaviomallista (VAL_255)	35

Liite 4. Esimerkki moottorin piirikaaviomallista (MOOT_303).....	36
Liite 5. Järjestelmäkaavioiden hakemisto.....	37

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli luoda suunnittelutoimisto Alten Finlandille pohja mallipiirustus-kirjastolle ja tutkia sähkösuunnitteluprojektin kulkua sähkösuunnittelijan näkökulmasta. Mallikirjasto pitää sisällään tavanomaisimpia kiinteistön sähkösuunnitteluun liittyviä piirikaavioita ja järjestelmäkaavioita. Mallikirjaston tavoitteena on edistää, nopeuttaa ja yhdenmukaistaa sähkösuunnitteluprojektin kulkua tarjoamalla toimivia, tarkastettuja ja helposti muokattavia dokumentteja suunnittelun tueksi.

Piirikaavio on sisällöltään yksi tarkimmista sähkösuunnittelun dokumenteista ja sen suunnittelussa huomioitavia asioita, kuten esitystapa ja laitetunnukset, on esitetty työn teoriaosuudessa. Järjestelmäkaavioista on kerätty yleistä tietoa niiden sisällöstä ja käytöstä.

Työssä käydään myös läpi suunnitteluprosessin vaiheita sähkösuunnittelijan näkökulmasta taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo 12 mukaisesti, jonka tarkoituksena on antaa aloittelevalle sähkösuunnittelijalle tietoa suunnitteluprosessin kulusta.

2 SÄHKÖSUUNNITTELUN VAIHEET

2.1 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo 12

Tässä työn osassa on kerrottu sähkösuunnittelijan vastuita ja yleisesti suunnitteluprojektin kulusta. Suunnitteluprojekti on kuvattu taloteknisen tehtäväluettelo 12 mukaan, jossa suunnittelijoiden tehtävät ja vastuut on eritelty yksityiskohtaisesti.

Tehtäväluettelo on tarkoitettu käytettäväksi uudis- ja korjausrakentamisen hankkeissa auttamaan taloteknisten suunnittelutehtävien sisällön ja laajuuden määrittämistä. Tehtäväluettelo sisältää talonrakennushankkeen talotekniset (LVI, SÄH, RAU) suunnittelutehtävät ja niiden tulokset. (TATE 12, 2013) Tässä työssä tehtäväluetteloa luetaan sähkösuunnittelijan näkökulmasta ja keskitytään sähkösuunnittelijoiden tehtäviin.

2.2 Tarveselvitys

Tarveselvityksen tavoitteena on selvittää kiinteistön omistajan ja mahdollisen omistajan tarpeet kyseisille tiloille, sekä saada perusteet kiinteistön tai rakennuksen rakentamiselle ja syyt sen rakentamiseen. Tarveselvityksessä tehdään hankepäättökselle tarvittavat selvitystyöt, joissa perustellaan hankkeen tarpeellisuus, toteutusvaihtoehdot, kuvataan tarvittavat tilat ja arvioidaan ratkaisujen kustannuksia. (Harsia, 2004, 55)

Lähtötiedot antavat koko rakennusprojektille pohjan. Lähtötiedot tulee selvittää mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, koska niissä ilmenevillä yksityiskohdilla on vaikutusta hankkeen kustannuksiin sekä aikatauluun. Usein tarvittavat lähtötiedot saadaan tilojen käyttäjältä ja näitä ovat esimerkiksi:

- toiminnan kuvaus, kaaviot ja prosessit
- henkilöstö, tilan käyttäjämäärä
- nykyiset tilat
- koneet, laitteet ja kalusteet
- käyttöajat
- nykytilojen puutteet

- sopimukset ja niiden voimassaoloaika

Tarveselvitysvaiheessa sähkösuunnittelijan tehtäviin kuuluu lähinnä avustavia tehtäviä, kuten olosuhde-, toiminnallisuus- ja turvallisuusvaatimusten selvittämistä ja teknisten järjestelmien tilantarpeiden arviointia. (TATE 12, 2013)

2.3 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa ensimmäinen alustava rakentamispäätös on tehty ja rakennushankkeelle asetetaan täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. (TATE 12, 2013)

Hankesuunnittelun lähtötietoina käytetään käyttäjien ja omistajien tavoitteita, jotka ovat hyväksytyt tarveselvitysvaiheessa. Lisäksi rakennuttajan on annettava erilaisia taloteknisiä tarpeita, kuten: (Harsia, 2004, 61)

- talotekniset palvelut
- sisäilmasto, lämpökuormat, käyttöajat
- luonnonvalo ja valaistus
- tiedonsiirto ja turvallisuus
- keskeytymätön käyttö ja poikkeustilanteet
- erityiskuormat ja häiriölähteet
- tilan käyttäjien vaikutusmahdollisuudet
- järjestelmien monikäyttöisyys, muunneltavuus ja laajennettavuus
- ulkonäkö
- erityisvaatimukset

Taloteknisen suunnittelijan tehtävät hankesuunnitteluvaiheessa ovat tyypiltään avustavia tehtäviä, kuten kohteen energiankulutuksen ja rakennuksen rakennettavuuden selvittämistä sekä taloteknisten suunnittelutavoitteiden määrittelyä. (TATE 12, 2013)

2.4 Suunnittelun valmistelu

Suunnittelun valmisteluvaiheessa organisoidaan suunnittelu, käydään tarvittavat neuvottelut, valitaan suunnittelijat ja tehdään suunnittelusopimukset. Vaiheen jälkeen syntyy rakennushankkeen suunnittelupäätös. (TATE 12, 2013)

Suunnittelutyön lähtötiedot ja tilaajan edellyttämä tehtävän vaativuus ovat tärkeimpiä tekijöitä suunnittelutehtävän työmäärän arviointia varten. Riittävien lähtötietojen määrittäminen onnistuu helpoiten hanketietokorttien avulla. Työmäärä-arvion perusteella suunnittelutyö voidaan kilpailuttaa. Julkisissa hankinnoissa hankintalain (1397/2016) mukaan tehtävä pitää määritellä niin, että kaikki ovat tasapuolisessa asemassa.

Sähkösuunnittelun osalta hanketietokorttiin määritetään:

- valitut suunnittelijat
- suunnittelutehtävän perusteina käytettävät toteutusmuodot
- rakennusaika
- suunnittelukohteen vaativuusluokka (C, B, A, AA)
- suunnitteluohjelmistojen vaatimustaso (1,2,3)
- ylläpidon tiedonhallinnan vaatimustaso (1,2,3)
- analysointien ja visualisointien vaatimustaso

Analysointien ja visualisointien vaatimustason luokitukseen liittyy sähkösuunnittelijan osalta rakennuksen energiatarkastelut, energian tavoitekulutus, ympäristöluokitusjärjestelmän energiankulutuslaskenta, valaistuslaskenta, sekä investointi- ja elinkaarikustannusten arviointi. (Hanketietokortti HT12, 2013)

Suunnitteluohjelmistojen vaatimustasolla määritetään, tehdäänkö suunnittelu 2D-, 3D-, vai tietomallipohjaisesti.

Sähkösuunnittelijan pätevyysvaatimusluokat C, B, A, AA määrittelee NSS ry:n ylläpitämä Sähkösuunnittelijan pätevyysluokitus. (Hanketietokortti HT12, 2013) Esimerkiksi alimman C-luokituksen vähimmäisvaatimuksen täyttää suunnittelija, jolla on sähkötekniikan tutkinto ja kahden vuoden työkokemus suunnittelutyöstä. (NSS oy, 2017)

Hanketietokortin täydentämisen jälkeen kohteen lähtötiedot ovat riittävän laaja-alaisesti tiedossa ja suunnittelun valmistelussa voidaan edetä suunnittelutavoitteiden tarkistamiseen tavoitteiden hallintaraportin avulla. (TATE 12, 2013) Tavoitteet käydään läpi suunnittelun aloitustilaisuudessa, jossa sovitaan myös suunnittelun ja tiedonvaihdon aikataulusta, vastuurajoista, suunnitelmakatselmuksista, suunnitteluhyhteistyöstä sekä CAD- ja tietomallinnusohjeistuksesta. Ennen suunnittelupäätöksen tekoa suunnittelun valmisteluvaiheelle haetaan kirjallinen hyväksyntä.

2.5 Ehdotussuunnittelu

Ehdotussuunnitteluvaiheessa on tarkoitus selvittää ne tekniset vaihtoehdot, joilla suunnittelutavoitteet voidaan toteuttaa. Tarkoitus on selvittää ja vertailla useita vaihtoehtoisia ratkaisuja, mutta vaihtoehtojen dokumentointitavoille ei aseteta vaatimuksia, kunhan se määrittää ratkaisut riittävällä tasolla. Ehdotussuunnittelun tuloksena syntyy ehdotussuunnitelma. (TATE 12, 2013)

Ehdotussuunnittelu aloitetaan suunnittelun valmisteluvaiheessa tehtyjen päätösten ja annettujen ohjeistuksien mukaisesti. Sähkösuunnittelijan tulee kirjata ja visualisoida sähkö- ja telejärjestelmien vaihtoehdot täyttämällä suunnitteluohjelmalliset vaatimukset. Pohdittavia vaihtoehtoisia ratkaisuja tulee etsiä sähkönjakelulle työalueilla, valaistukselle, energian mittausjärjestelmälle, telejärjestelmille ja mahdollisesti keskeytymättömille jakelulle.

Keskeytymättömällä jakelulla tarkoitetaan UPS-laitteistoa, jonka päätehtävä on turvata sähkönsyöttö ongelmatilanteessa. UPS-laitteistolla on kolme päätehtävää, suojata laitteistoa ali- ja ylijännitteen aiheuttamilta vaurioilta, estää tietojen häviämisen IT-ympäristössä sähkökatkon vuoksi ja mahdollistaa korkean käytettävyyden verkoille ja muille sovelluksille estämällä laite- ja palveluseisokit. (UPS-käsikirja, 2012, 8)

Sähkösuunnittelijan tehtäviin kuuluu myös rakennusautomaatiojärjestelmä vaihtoehtojen kirjaaminen ja visualisointi. Kaikki rakennusautomaatiojärjestelmään liitettävät järjestelmät täytyy huomioida vaihtoehtoja etsiessä. Suunnittelijan on pohdittava, miten esimerkiksi kulunvalvonta- tai savunpoiston ohjausjärjestelmä yhdistetään rakennusautomaatiojärjestelmään.

2.6 Yleissuunnittelu

Yleissuunnitteluvaiheessa ehdotussuunnittelussa valmisteltu suunnitelma kehitetään toteutuskelpoiseksi yleissuunnitelmaksi. Vaiheen tuloksena syntyy hyväksytty yleissuunnitelma ja pääpiirustukset. (TATE 12, 2013)

Yleissuunnittelu etenee ehdotussuunnittelun mukaista kaavaa, jossa tarkennetaan ehdotussuunnittelussa valittua toteutustapaa. Yleissuunnitelma erottelee rakennuksen kiinteän perusosan ja muuntuvat tila-alueet. Yleissuunnitelma voi vielä sisältää vaihtoehtoisia ratkaisuja muuntuvien tila-alueiden suunnitelmissa, jotta niihin voidaan vielä vaikuttaa toteutussuunnittelun aikana.

Liittymäratkaisut, reititystarpeet ja tyyppitilojen ratkaisuvaihtoehdot järjestelmäintegraatioineen esitetään piirustuksin ja kaavioin, sekä tarkennetaan ehdotussuunnitteluvaiheessa tehtyjä laskelmia ja visualisointeja.

2.7 Rakennuslupatehtävät

Rakennuslupatehtävissä selvitetään rakennushankkeelle vaaditut lupamenettelyt, varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus ja pääpiirustusten hyväksyttävyyys. (TATE 12, 2013) Rakennuslupatehtävien hoitaminen voi alkaa heti hankepääätöksen jälkeen ja ne sijoittuvat usein suunnittelun valmistelu- ja toteutussuunnitteluvaiheen päälle.

Lupatehtäviin kuuluu osallistuminen viranomais- ja suunnittelukokouksiin. Sähkösuunnittelijalle tärkeä dokumentti on muistio paloviranomaisen kanssa pidetyistä kokouksista paloilmottimen toteutuspöytäkirjan täyttämistä varten. Myös vaadittavat asiantuntija lausunnot (mm. paloteknisistä järjestelmistä) tulee hankkia tässä vaiheessa. Sähkösuunnittelijan tehtäviin kuuluu rakennuslupavaiheessa täydentää arkkitehdin rakennuslupapiirustuksiin poistumisvalaistus- ja palotekniset ratkaisut, sekä energialaskelmien tekeminen. (TATE 12, 2013)

2.8 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa yleissuunnitelma kehitetään rakentamisen ja hankinnan edellyttämiksi suunnitelmiksi ja tuotemäärittelyiksi (TATE 12, 2013). Suunnitteluvaiheen pääta-voite on laatia niin yksityiskohtainen suunnitelma, että sähkötöiden laajuus, hankintatavat ja hankintarajat voidaan sen perusteella määrittää (Harsia, 2004, 66). Toteutussuunnittelu jakautuu kahteen vaiheeseen, joiden tuloksena ovat hankintoja ja toteutusta palvelevat suunnitelmat.

Edellytyksenä toteutussuunnittelun aloittamiselle yleissuunnitelman lähtötiedot tulee tarkastaa. Mahdolliset muutokset kirjataan ajantasaisiksi ja puuttuvat lähtötiedot toimitetaan rakennuttajalle päätöksentekoa varten. (TATE 12, 2013)

Lähtötietojen tarkastamisen jälkeen pidetään tarvittavat suunnittelukokoukset, joissa tehdään päätöksiä esille tulevista suunnittelukysymyksistä. Suunnittelukokousten lisäksi pidettävissä käyttäjäkokouksissa käydään läpi suunnitteluperusteet ja käyttäjien mahdolliset erityisvaatimukset ja tarpeet. (TATE 12, 2013)

Taloteknisen suunnittelun ja tiedonvaihdon aikataulu tulee tarkastaa ja mahdollisesti tarkentaa. Aikataulun avulla konkretisoidaan ja määritellään hankkeen etenemisen kannalta kriittiset tiedonvaihtotarpeet kaikkien osapuolten kesken. (TATE 12, 2013) Tämä on erityisen tärkeää työvaiheissa, jotka ovat riippuvaisia toisen työvaiheen etenemisestä. Aikataulun lisäksi suunnitelmakatselmukset sovitaan ja huolehtimis- ja vastuurajat varmistetaan.

Sähkösuunnittelijan osalta toteutussuunnittelu jatkuu johtotiereittien yhteensovittamisella yhteistyössä pääsuunnittelijan kanssa huomioiden muut putki- ja kanavareitit. Yhteensovitus voidaan tehdä myös ohjelmallisesti, jos hanketietokortissa tietomallipohjainen suunnittelu on ollut vaatimuksena. Sähkö-, tele- ja turvajärjestelmien pistesijoitussuunnitelman toimivuus eri kalusteratkaisuilla tarkastetaan yhteistyössä käyttäjän, sisustajan ja arkkitehdin kanssa. Tuloksena saadaan hyväksytyt pistesijoituspiirustukset jatkosuunnittelua varten. (TATE 12, 2013)

Hankintoja palvelevat suunnitelma-asiakirjat laaditaan sillä tarkkuudella, että niiden pohjalta voidaan laskea urakkahinta. Sähkösuunnittelija täyttää työturvallisuusasiakirjan

määritellen suunnitteluvaiheessa tiedossa olevat riskit, jotka tulee ottaa huomioon kohteen työturvallisuussuunnitelmaa laatiessa. Määritellään alustavat rakenteiden varaustarpeet, kuten läpiviennit ja erityiskiinnitykset, ja toimitetaan ne rakennesuunnittelijalle. Lopuksi suoritetaan suunnitelmien ristiin tarkistus, yhteensovittaminen ja vertailu. Yhteensovittaminen vaatii tutustumista toisen suunnitteluosapuolen suunnitelmiin ja vertailua omiin suunnitelmiin. (TATE 12, 2013)

Kiinteistön nousujohdot muodostavat suuren osan rakennettavan sähköverkon kustannuksista. Tämän takia sähkösuunnittelijan on tärkeää kiinteistön nousujohtokaaviossa esittää johtojen laskennalliset pituudet tarkkaa kustannuslaskentaa varten. Maadoituskaavioista tulee selvittää asennettavat kiskot ja johdot tyyppimerkintöineen. (ST-esimerkit 5, 2007)

Ennen toteutussuunnitelman hyväksyntää suunnitelmia verrataan tavoitteisiin ja raportoidaan mahdolliset poikkeamat ja niiden syyt. Samalla suoritetaan sisäinen laadunvarmistus. Hankitaan toteutussuunnitelmalle kirjallinen hyväksyntä, jonka jälkeen tuloksena saadaan hyväksytyt toteutussuunnitelmat rakentamista varten. (TATE 12, 2013)

2.9 Rakentamisen valmistelu ja rakentaminen

Rakentamispäätöstä edeltää rakentamisen valmisteluvaihe, jossa organisoidaan rakentaminen, kilpailutetaan rakentamistehtävät, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään urakka- ja hankintasopimukset.

Suunnitelmille tehdään mahdolliset täydennykset viranomaisvaatimusten täyttämiseksi ja niille haetaan viranomaishyväksynät. Sähkösuunnittelija osallistuu erillisen valvojan laatiman taloteknillisen valvontasuunnitelman täydentämiseen. Valvontasuunnitelmassa sovitaan tehtävien ja vastuiden jaosta, sekä varmistetaan, että rakennusaikaisen valvonnan tehtäville on määritetty vastuuhenkilöt. (TATE 12, 2013)

Rakentamisvaiheessa tarkastetaan ja kommentoidaan urakoitsijoiden esittämiä järjestelmä- ja laiteratkaisuja. Tarvittaessa järjestelmistä suoritetaan tarkastuslaskelmat ja simuloinnit ehdotetuilla laitteilla. Laitehyväksynnästä kirjoitetaan laitehyväksyntäraportti,

jonka tarkoituksena on varmistaa, että esitetyt laitteet ja järjestelmät täyttävät suunnitelma-asiakirjojen vaatimukset. (TATE 12, 2013)

Rakennusvalvonnan edellyttämät energiatehokkuuslaskelmat päivitetään rakennusaikaisilla tiedoilla ja kiinteistön huoltokirjaa varten tarvittavat suunnitelmatiedot (mm. paikantamispöytäkirjat) toimitetaan. (TATE 12, 2013)

Rakentamisvaihe päättyy kohteen vastaanottopäätökseen.

2.10 Käyttöönotto ja takuu aika

Käyttöönotossa varmistetaan järjestelmien toiminta ja annetaan käytön opastus. Tehtävät ovat suunnittelua täydentäviä tehtäviä, joissa varmistetaan urakoitsijan laadunvarmistuksen toimivuutta, toteutuksen suunnitelmanmukaisuutta ja järjestelmien oikeaa toimintaa. Urakoitsijoiden laatimat luovutuspiirustukset tarkastetaan niiden sisällön ja laadinnassa käytettyjen ohjelmavaatimusten osalta. Kun käyttöönotto tehtäville on hankittu kirjallinen hyväksyntä, rakennus on luovutettu ja takuu aika alkaa. (TATE 12, 2013)

Takuuajan tehtävät ovat suunnittelua täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan käytön suunnitelmanmukaisuus ja järjestelmien oikea toiminta. Takuuajana järjestelmiin tehdään tarvittavat säädöt ja tarkastukset, sekä korjataan mahdolliset puutteet. (TATE 12, 2013)

Sähkösuunnittelijan tehtävät käyttöönotto- ja takuuajana ovat lähinnä avustavia dokumenttien ja järjestelmien tarkastustehtäviä. Sähkösuunnittelija voi sopimuksen mukaan osallistua takuutarkastukseen ja siihen liittyviin kokouksiin.

3 PIIRIKAAVIOT

3.1 Yleistä

Piirikaavio on sähköpiirustus, joka esittää järjestelmän, osajärjestelmän, asennuksen, osan, laitteen tai ohjelman piirit toteutettuina. Piirikaaviossa kuvataan osat ja liitännät piirrosmerkeillä tarkasti. Piirikaavio ei kuitenkaan yleensä ota huomioon yksiköiden todellista kokoa, muotoa tai sijaintia. (Ruppa, 1996, 7)

Piirikaaviota tarvitaan sähkölaitteen sähköisen toiminnan ymmärtämiseksi. Tätä varten piirikaavioon voidaan liittää myös sitä täydentävää tietoa, kuten diagrammeja, taulukoita, ohjelmadokumentteja ja muita kaavioita. (Ruppa, 1996, 53)

Piirikaaviota kutsutaan joskus myös kytkentäkaavioksi, mutta se ei ole standardin SFS EN 61082-1 mukainen nimitys, eikä sitä selkeyden vuoksi pitäisi käyttää. (SFS EN-61082-1, 2015, 15)

3.2 Sisältö

Piirikaavioissa on esitettävä SFS-EN 61082-1 mukaan:

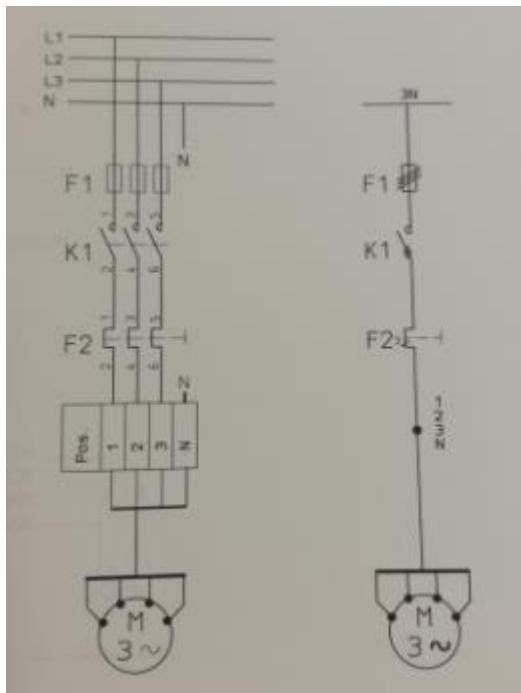
- Kohteita esittävät piirrosmerkit
- Kohteiden välisiä liitännöitä esittävät piirrosmerkit
- Viitetunnukset
- Liitintunnukset
- Signaalitason sopimukset
- Reittipolkujen ja piirien etsimisessä tarpeellinen informaatio, kuten signaalitunnukset ja sijaintiviitteet
- Lisäinformaatio, joka on tarpeellista toimintojen ymmärtämiseksi

Piirikaavioissa voi harkinnanvaraisesti esittää myös:

- Tekniset tiedot
- Viite muihin dokumentteihin
- Informaatio johdotuksen suorittamiseen
- Kaapeleiden ja johtimien tunnistaminen

3.3 Esitystapa

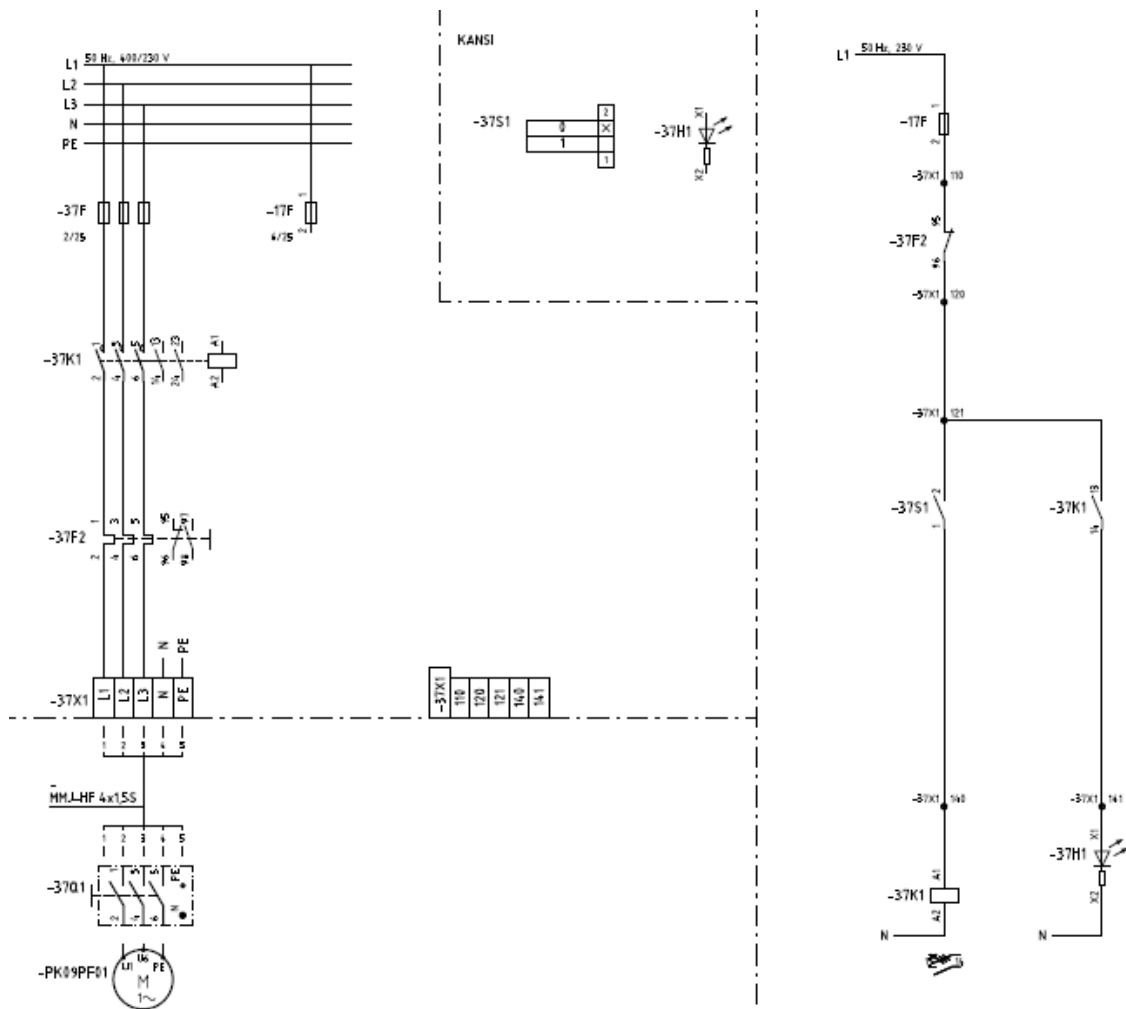
Piirikaavioissa käytetään yleensä vapaata, moniviivaista esitystapaa. Yksiviivaesitystä voidaan käyttää, jos sitä voidaan pitää yksiselitteisenä ja riittävänä kyseiseen tarkoitukseen. (Jumpponen, 2002, 373, 403).



KUVA 1. Moni- ja yksiviivaesitys pääpiirikaaviossa (Jumpponen, 2002, 403)

Mallikirjaston piirustuksissa on käytetty yhdenmukaisuuden ja selkeyden vuoksi pelkästään moniviivaesitystä.

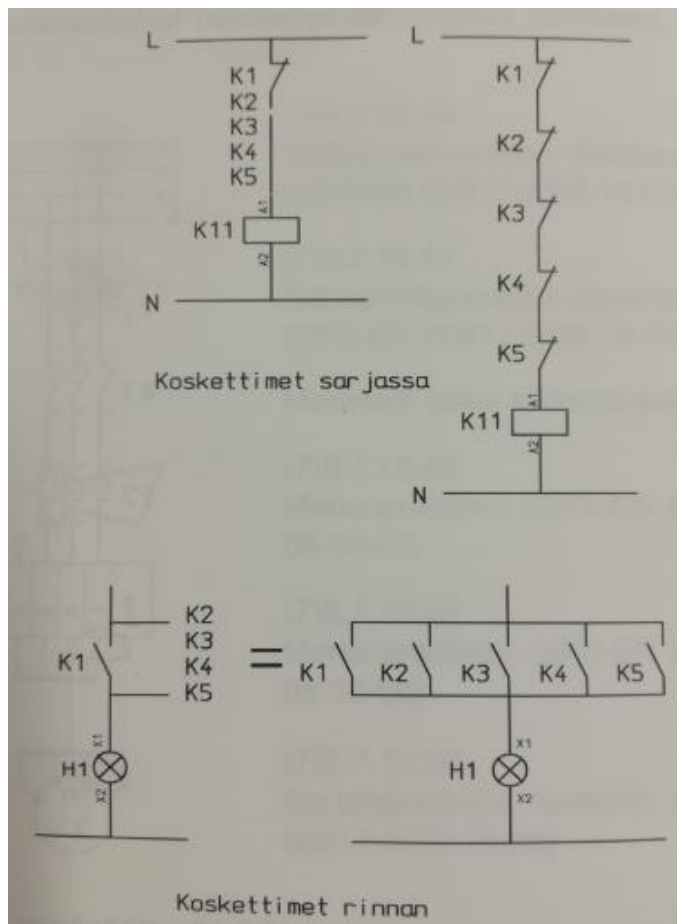
Vapaassa esitystavassa piirikaavio on jaettu kahteen osaan, vasemmalla puolella esitetään pääpiirikaavio ja oikealla puolella ohjauspiirikaavio. Puolet erotetaan usein pistekatkotai katkoviivalla.



KUVA 2. Esimerkki piirikaavion vapaasta, moniviiva-esityksestä

Kuvassa 2 on esitetty mallipiirustuksissa käytetty piirikaavion esitystapa. Pistekatkoviivalla on erotettu neljä osiota, pääpiirikaavio (vasemmalla ylhäällä), ohjauspiirikaavio (oikealla), kentällä olevat laitteet (vasemmalla alhaalla) ja keskuksen kannessa olevan nokkakytkimen taulukko (keskellä ylhäällä).

Toistuvat kytkennät voidaan esittää niin, että yksi toistuvista kytkennöistä esitetään yksityiskohtaisesti ja muut sopivin viitemerkinnoin (KUVA 3). Kytkennät voivat vaikuttaa rinnan tai sarjassa.



KUVA 3. Toistuvien kytkentöjen esittäminen (Jumpponen, 2002, 404)

Piiriviivat piirretään esitystavasta riippumatta mahdollisimman suoriksi. Tarpeettomia vaakasuoria siirtoja ja risteilyjä tulee välttää. Piiriviivat piirretään siten, että toimintajärjestys ja signaalin etenemissuunta ovat loogisia. Loogisena lukusuuntana pidetään vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. (Jumpponen, 2002, 406)

3.4 Laitteiden ja komponenttien kirjainkoodit

Piirikaavioissa käytetään komponenttien nimeämisessä kirjainkoodeja. Kirjainkoodin avulla komponenttiin tai sen osiin voidaan viitata muualla piirustusarkilla tai komponenttiluettelossa. Kirjainkoodi voi myös antaa piirrosmerkistä epävarmalle suunnittelijalle varmistuksen, mikä laite tai komponentti on kyseessä.

Taulukkoon 1 on kerätty piirikaavioissa yleisesti käytettyjen laitteiden kirjain- ja numerokoodit.

TAULUKKO 1. Laitteiden kirjain- ja numerokoodit (SFS-käsikirja 16, 40-43)

Koodi	Tyypillisiä sähkötuotteita	Vakiokoodi	Tuotteen nimi
B	Ilmainen	-B01	Lämpörele
	Asentokytkin	-B11	Virtamuuntaja
	Suojarele		
	Ylikuormitusrele		
C	Kondensaattori	-C01	Kondensaattori
	Akku		
F	Sulake	-F01	Pääpiirin oikosulkusuoja
	Varokeautomaatti	-F10	Ohjauspiirin oikosulku- tai ylikuormitussuoja
	Ylijännitesuoja		
K	Kytkinrele	-K10	Kontactoria -Q01 ohjaava välirele
	Aikarele	-K20	Kontactoria -Q02 ohjaava välirele
	Apukontactori		
M	Sähkömoottori	-M01	Moottori
P	Merkkilamppu	-P01	Merkkilamppu
	A/V/W -mittari	-P40	Ampeerimittari
Q	Kontactori	-Q01	Pääkontactori
	Katkaisija	-Q01	Pääkatkaisin
	Erotin	-Q10	Erotuskytkin
R	Vastus	-R01	Vastus, diodi, induktiokela
	Diodi		
	Induktiokela		
S	Ohjauskytkin	-S01	Käytön paikallisohtauskytkin
T	Taajuusmuuttaja	-T02	Taajuusmuuttaja
W	Kaapeli	-W01	Kaapeli, johdin
	Johdin		
X	Riviliitin	-X01	Pääpiirin liitinrima
	Liitinrima	-X10	Ohjauspiirin liitinrima
		-X11	Liitinrima, tarvittaessa

Taulukon 1 vakiokoodit on valittu SFS-EN 61346-2 mukaan. Kyseiset koodit eivät ole velvoittavia. Mallikirjaston dokumenteissa kaikkien kontaktorien tunnuksset on merkitty kirjaintunnuksella K ja moottorin turvakytkimet kirjaintunnuksella Q.

3.5 Koskettimien esittäminen

Vapaa esitystapa mahdollistaa koskettimien esittämisen niin, että piiriviivat risteilevät mahdollisimman vähän. Koskettimet tulee sijoittaa piirustusarkille niin, että ne muodostavat vaakasuoria rivejä.

Muita koskettimien esittämisessä noudatettavia ohjeita: (Jumpponen, 2002, 407-409)

- Mekaanisesti yhteen kytkettyjen koskettimien toimintasuunta keskenään ja toimilaitteen kanssa on sama.
- Kuormakytkimien ja -katkaisijoiden koskettimet piirretään auki-asentoon.
- Johdonsuojan, vikavirtasuojakytkimen ja magneettisella tai lämpölaukaisulla varustetun suojakytkimen koskettimet piirretään kiinni-asentoon.
- Erotin piirretään auki-asentoon.
- Vaunukatkaisija ja sen apukoskettimet esitetään auki-asennossa.
- Moniasentoinen kytkin (nokkakytkin) esitetään nolla-asennossa. Jos nolla-asentoa ei ole, esitetään kytkin vianetsinnän kannalta katsottuna tavanomaisimmassa asennossa.
- Releet ja kontaktorit esitetään jännitteettömässä tilassa.
- Apukoskettimet esitetään pääkoskettimen asentoa vastaavassa asennossa.

4 YLEIS- JA JÄRJESTELMÄKAAVIOT

4.1 Yleistä

Yleiskaavio on sähköpiirustus, jolla voidaan esittää minkä tahansa sähköisen järjestelmän, osajärjestelmän, laitteen tai ohjelmiston yleiskuvaus. Yleiskaaviossa tyypillisesti osoitetaan päätoimintojen ja komponenttien väliset suhteet. (Ruppa, 1996, 113) Järjestelmäkaaviota, käyttötilannekaaviota, yksiviivakaaviota ja lohkokaaaviota voidaan myös kutsua yleiskaavioksi.

Järjestelmäkaavio on yksi yleiskaavioista, jossa kuvataan järjestelmän topologinen esitys, jossa informaatio sisältö riippuu erityisvaatimuksista. (SFS-EN 61082-1, 2015, 99) Järjestelmäkaaviota käytetään usein kuvaamaan tietyn valmistajan sähköistä järjestelmää, joka vaatii tarkkaa informaatio sisältöä.

Varsinkin tietoteknisten järjestelmien toteuttamisen ja toiminnan ymmärtämiseksi niiden yksiselitteinen kuvaus on ylläpidon ja käytön kannalta tärkeää. Järjestelmäkaavio yhdessä toimintakuvausten ja laiteluettelon kanssa ovat välttämättömiä järjestelmän toiminnan kuvaamiseksi. (ST 13.30, 2009)

4.2 Sisältö

Järjestelmäkaavioissa esitetään järjestelmän pääkomponentit ja niiden yhteydet muihin käytettyihin komponentteihin. Muita järjestelmäkaavioista ilmeneviä asioita ovat (Saastamoinen, 2008):

- maadoitus- ja potentiaalitasauksen toteutus johdintyyppineen
- pää- ja nousujohtokaavio kaapelityyppeineen

Monille järjestelmille on olemassa omia, järjestelmäkohtaisia ohjeistuksia ja vaatimuksia, jotka vaikuttavat järjestelmäkaaviossa esitettävään sisältöön. Esimerkiksi palo ilmoitin-

järjestelmää suunnitellessa järjestelmäkaavio laaditaan siten, että se sisältää paloilmoinjärjestelmän kokonaisuutena, myös kohteessa aikaisemmin olleet osat (ST-käsikirja 10, 2004).

Kiinteistön yleiseen viestintäverkkoon liittyvät järjestelmät, kuten antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmä, tulee suunnitella ja dokumentoida ajankohtaisten Viestintäviraston määräysten mukaisesti. Määräyksen 65 mukaisista dokumenttien sisältövaatimuksista, järjestelmäkaaviossa voidaan esittää seuraavat asiat: (Viestintävirasto M65, 2014)

- kiinteistöön rakennettavien ja kunnostettavien eri sisäverkkojen tyypit ja rakenne
- sisäverkkoa uudistettaessa tieto mahdollisesti rinnalle jätettävistä sisäverkoista
- tietoliikennesasioiden, antennirasioiden ja muiden liitännärasioiden esimerkkityypit ja sijoitus
- antennit ja antennimaston paikkaehdotus
- kaapelien suunnittelupituudet
- päävahvistimen ja tähtipisteiden rakenne ja sijoitus
- sisäverkon tarvitsemat sähkönsyötöt
- maadoitukset ja potentiaalintasaukset

4.3 Esitystapa

Järjestelmäkaavioita on monia erilaisia ja niiden esitystapa on usein vapaa. Järjestelmän ja sen sisältämien laitteiden väliset yhteydet esitetään yksinkertaisilla piirrosmerkeillä ja usein yksiviiva-esityksenä (Jumpponen, 2002, 327).

Järjestelmäkaavio koostuu yleensä kahdesta osasta, itse kaaviosta ja merkkien selitysosasta. Kaavio-osa piirretään suoraviivaisesti ja joitain tärkeimpiä teknisiä tietoja voidaan esittää piirrosmerkkien yhteydessä. Järjestelmätunnukset merkitään yleensä piirrosmerkin vasemmalle puolelle, jos merkki ei sitä itsessään sisällä. Tekniset arvot voidaan esittää tunnusmerkinnän alla, tai piirrosmerkin oikealla puolella. (Jumpponen, 2002, 327) Järjestelmäkaavion merkkien selitys-osassa esitetään piirrosmerkkien tarkoitus ja tarkempia teknisiä tietoja. Selitys-osaan voidaan lisätä tekstikenttiä esimerkiksi urakkarajoista ja kelle urakoitsijalle kyseisen laitteen hankinta kuuluu.

5 SÄHKÖSUUNNITTELUN MALLIKIRJASTO

5.1 Tavoitteet

Mallikirjaston tavoitteena on yhdenmukaistaa ja tehostaa sähkösuunnitteluprosessin kulua. Mallikirjasto toimii samalla tiedonlähteenä uusille suunnittelijoille tarjoamalla vaihtoehtoisia ratkaisuja tiettyjen sähköisten järjestelmien esittämiseen.

Mallikirjaston tulee olla laajennettavissa ja päivitettävissä helposti. Järjestelmien ja suunnitteluprosessien kehittyessä, vaikeasti päivitettävä mallikirjasto vanhentuu nopeasti, eikä tue suunnittelutoimiston tarpeita pitkällä aikavälillä.

Tällä hetkellä suunnittelijat tukeutuvat uusia sähköpiirustuksia tehdessään joko arkistosta löytyviin vanhoihin projekteihin, tai piirtävät kuvat tyhjästä. Laaja arkisto sisältää hyviä pohjia ja malleja uusien kuvien luomiseen, mutta ohjelmat ja ohjelmaversiot joilla arkiston kuvat on piirretty, ovat auttamatta vanhentuneet. Mallikirjaston yhtenä tarkoituksena onkin päivittää vanhoja, mutta toimivia kuvia, uusimmille suunnitteluohjelmille käytettäväksi.

Osa arkiston kuvista on myös vanhentunut, määräysten ja laitteiden uusiutumisen myötä. Mallikirjaston kuvat tehtiin uusimpien määräysten mukaisesti.

Varsinkin järjestelmäkaaviomalleja tehdessä huomattiin piirustuksien esitystapojen eroavaisuuksia niitä tehneiden suunnittelijoiden välillä. Joissain kuvissa järjestelmät olivat esitetty huomattavasti tarkemmin kuin toisessa, ja merkinnät saattoivat poiketa toisistaan. Mallikirjaston tavoite yhdenmukaistaa suunnittelua onkin perusteltua.

5.2 Piirikaaviomallit

Piirikaaviomalleja tehtiin neljään eri kategoriaan – lämmitys-, valaistus-, moottori- ja muut kytkennät. Tarvittavista järjestelmistä tehtiin piirikaaviomalleja 1- ja 3-vaiheisina.

Piirikaaviomalleihin sisällytettiin usein käytettyjä ja yleispäteviä järjestelmien piirikaavioita. Mallien päätarkoitus on näyttää, mitä kyseinen kytkentä vähintään tarvitsee toimiaukseen.

Piirikaaviot tehtiin CADiE 2016 ohjelmalla, jota suurin osa yrityksen suunnittelijoista käyttää piirikaavioiden tekemiseen. CADiE on suomalainen sähkösuunnittelujärjestelmä, jonka perustana toimii AutoCAD. CADiE-järjestelmään kuuluu kolme ohjelmistoa – Kessu, Pikasso ja Sähkö. Sähkö on rakennussähkösuunnittelun tasopiirustuksiin tarkoitettu sovellus ja Kessu keskuskaavioiden laatimiseen tarkoitettu suunnittelu-sovellus. Piirikaaviomalleihin käytettiin Pikasso -sovellusta, joka on tarkoitettu johdotus- ja piirikaavioiden tuottamiseen (Symetri 2017)

Pikasso-sovelluksen ”luo symboliryhmä”- toiminnolla jokaisesta mallista tehtiin piirustuslehden kokoinen lohko, joka on helppo lisätä tyhjälle piirustusarkille suunnittelun pohjaksi.

5.3 Piirikaaviomallien toteutus

Työ aloitettiin tutustumalla yrityksen projektiarkistoon etsien yleisimmin käytettyjä ja toimivaksi todettuja piirikaavioita. Yleisiksi ja tarpeellisiksi mallijärjestelmiksi päätyivät lämmitys-, valaistus- ja moottorikytkennät. Mukaan lisättiin myös muutama erikoispistorasiakytkentä, kuten vitriinivaloille ja esitysvaloille tulevat pistorasiakytkennät, joita halutaan ohjata etänä.

Arkistoista löydettiin vanhoja toteutuneita järjestelmiä, jotka olivat muokkauksen jälkeen sovellettavissa mallikirjastoon. Suurin osa löydettyistä kuvista oli kuitenkin tehty vanhoilla ohjelmistoilla ja ne oli tehtävä uudestaan halutulla CADiE Pikasso -ohjelmalla. Ohjelmallisen päivityksen lisäksi osassa piirikaavioissa päivitettävää oli myös järjestelmien esityksessä ja piirin komponenteissa.

Pikasso -sovelluksen kytkentäviitteiden selkeys ja helppokäyttöisyys ovat Altenin suunnittelijoiden mukaan ohjelman vahvuus. Mallikirjaston dokumenteissa tämän ominaisuuden toimintaan panostettiin erityisesti, jolloin ohjelmalliset edut saatiin hyödynnettyä.

Mallikuvista kytkentäviitteet jätettiin luettavuuden vuoksi pois näkyvistä. Kytkeäviitteet saadaan Pikasso -sovelluksessa viitteiden ajo -toiminnolla, jolloin ohjelma päivittää jokaisen valituissa kuvissa olevat viitteet kerralla.

Jokaisesta mallipiirustuksesta tehtiin symboliryhmä, joka sisältää koko piirustusarkin sisällön. Symboliryhmät luotiin helpottamaan mallipiirustusten käyttöä, kun esimerkiksi monilehtiseen piirikaavioon halutaan käyttää mallidokumenttia vain tietyillä lehdillä. Symboliryhmän lisäys tapahtuu Pikasso -sovelluksessa ”tuo symboliryhmä” toiminnolla, joka ohjaa käyttäjän ohjelman symboliryhmäkirjastoon resurssienhallinnassa. Symboliryhmäkirjastossa oikean mallipiirustuksen löytäminen onnistuu esikatselukuvien ja Excel-pohjaisen hakemiston mukaisen nimitysten avulla. Esimerkkejä tehdyistä mallipiirikaavioista löytyy liitteistä 2, 3 ja 4.

5.4 Piirikaaviohakemisto ja nimeäminen

Tarpeen mukaisen mallikaavion löytämiseen luotiin Excelillä luettelorakenne, jossa järjestelmä ja piirin komponentit käyvät ilmi.

Symboliryhmän ja tiedoston nimi	Kuvaus			
	Valaistus	Moottori	Lämmitys	Pistorasia
LÄM_201			X	
LÄM_202			X	
LÄM_203			X	
LÄM_211			X	
VAL_231	X			
VAL_232	X			
VAL_233	X			

KUVA 4. Tiedostonimet ja kuvaus

Hakemistossa symboliryhmän ja tiedoston nimen perässä on esitetty kuvan 4 mukaisesti, mihin ryhmään piirikaaviomalli kuuluu. Kuvasta selviää symboliryhmän ja tiedoston nimi, jolla mallipiirustus löytyy niin symboliryhmäkansiosta, kuin mallikansiostakin. Nimeäminen tehtiin taulukon 2 mukaan.

TAULUKKO 2. Mallipiirikaavioiden nimeäminen

KytKentä	Kaksiosainen nimi	
	Kirjainosa	Numero-osa
Lämmitys	LÄM	201-230
Valaistus	VAL	231-270
Pistorasia	PIST	271-300
Moottori	MOOT	301-340

Mallipiirikaaviot nimettiin kaksiosaisella nimellä, joka sisältää kirjain- ja numero-osan. Kirjainosa määräytyy kytkennässä olevan järjestelmän mukaan, esimerkiksi lämmityskytkennän kirjainosa on ”LÄM”. Numero-osa on juokseva numero taulukon 2 mukaisella välillä. Kaikissa muissa järjestelmissä, paitsi pistorasioissa, 1- ja 3-vaiheisille kytkennöille juoksevat numerot alkavat eri kohdasta. Esimerkiksi 1-vaiheinen lämmityskytkentä voi olla nimetty ”LÄM_201” ja 3-vaiheinen lämmityskytkentä ”LÄM_211”. Tällä tavoin Excel-hakemisto pysyy paremmin luettavissa ja mallikirjaston laajentuessa vapaita numeroita löytyy molemmista vaihekytkennöistä.

Hakemistossa ”lähdön komponentit” kertovat suunnittelijalle, mitä komponentteja kyseinen mallipiirustus pitää sisällään (kuva 5).

Lähdön komponentit																					
1.vaihe	3.vaihe	3.vaihe, "1.vaihe moottori"	Tulppasulake	Johdonsuojakatkaisija	Vikavirta-johdonsuoja yhdistelmä	Moottorinsuojakatkaisija	Nokkakytkin 0-1	Nokkakytkin K-0-A	Nokkakytkin 1/1-1/2-0-A	Nokkakytkin 1-0-2	Kontaktori	Välirele	Sysäysrele	Alkarele	Lämpörele	Vikavirtasuojaja	Merkkilamppu	Ohjaussulake	Indikointi	DALI	KNX
X				X			X			X						X		X			
X				X			X			X						X		X			
X	X			X	X		X			X						X	X	X			
X				X			X			X			X					X			
X				X			X			X								X			
X				X														X		X	

KUVA 5. Piirikaaviohakemiston lähdön komponentit

Hakemisto kertoo, onko kytkentä 1- vai 3-vaiheinen, sekä moottorikytkentöjen yhteydessä on vaihtoehto 3-vaiheiselle lähdölle, johon kytketään 1-vaihe moottori. Muita eriteltyjä lähdön tietoja ovat sulakkeiden tyyppi (tulppasulake vai johdonsuojakatkaisija), vikavirtasuojan tai moottorinsuojakatkaisimen sisältyminen lähtöön, mahdollisen nokkakytkimen ja releen tyyppi, sekä löytyykö lähdöstä kontaktori, merkkilamppu tai indikointi. Jos kytkentä on toteutettu DALI- tai KNX -ohjauksella tai komponenteilla, siitä löytyy myös maininta hakemistosta.

Hakemiston lopusta löytyy linkit mallipiirustuksen esikatselukuvaan pdf -formaattissa ja työkuvaan dwg -formaattissa. Koko hakemistorakenne löytyy liitteestä 1.

5.5 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaaviomalleihin tehtiin mallipiirustuksia lähinnä tietoteknisistä järjestelmistä, esimerkiksi tila- ja paloturvallisuusjärjestelmistä. Sähköenergian jakelu ja käyttöjärjestelmistä maadoitus- ja nousujohtokaavioista lisättiin myös mallipiirustuksia.

Järjestelmäkaaviot tehtiin yrityksessä käytössä olevalla MagiCAD for AutoCAD -ohjelmalla. MagiCAD on suomalaisen Progman Oy:n kehittämä suunnitteluohjelma talotekniiseen LVIS -suunnitteluun. MagiCAD for AutoCAD on nimensä mukaisesti AutoCAD:n MEP yhteensopiva. (Progman Oy, 2017)

Järjestelmäkaaviomallien on tarkoitus näyttää järjestelmien pääpiirteet ja yhteydet muihin järjestelmiin, ottamatta kantaa kenttälaitteiden tarkkaan lukumäärään tai sijaintiin.

5.6 Järjestelmäkaaviomallien toteutus

Työ aloitettiin kartoittamalla yleisimpiä järjestelmiä, joita yrityksen suunnittelukohteisiin sisällytetään. Maadoitus- ja nousujohtokaaviot kuuluvat jokaiseen suunnitteluprojektiin, joten niistä päätettiin tehdä mallidokumentit. Muut järjestelmäkaaviot päätettiin tehdä tietoteknisistä järjestelmistä, joihin tässä työssä sisällytettiin paloilmoinin-, kameravalvonta-, rikosilmoinin-, kulunvalvonta-, ajannäyttö-, äänentoisto- ja antennijärjestelmiä.

Järjestelmäkaaviomallit muokattiin jo toteutuneiden kohteiden piirustuksista. Muokkauksen tarkoituksena oli päivittää kuvat MagiCAD -ohjelmalle ja sisällyttää malleihin vain oleellinen informaatio. Informaatio sisältöä lisättiin tai poistettiin kaavioista, jotta niistä saatiin yhdenmukaista esitystapaa käyttäviä mallidokumentteja.

Osaan mallipiirustuksista lisättiin suunnittelussa huomioitavia asioita MagiCAD:n Defpoint -tasolle. Defpoint -tasolle kirjoitetut huomiot eivät näy tulostetussa dokumentissa, vaan ainoastaan suunnittelutilassa MagiCAD -ohjelmalla. Huomiot liittyivät mm. informaatio sisällön laajuuteen, tai järjestelmään vaikuttaviin määräyksiin.

5.7 Järjestelmäkaaviohakemisto ja nimeäminen

Järjestelmäkaavioille tehtiin yrityksen asiakirjaluettelon mukainen hakemisto, joka auttaa mallikirjaston käyttäjää löytämään tarvittavan järjestelmäkaavion. Asiakirjaluettelosta käy ilmi tiedoston nimi, lyhyt kuvaus, piirustuskoko ja mallin julkaisupäivämäärä (kuva 6). Muutoksia varten luettelossa on muutoksen päivämäärälle ja kirjaintunnukselle oma sarake.

Rivi	Asiakirjano	Muutos	Muutos pvm.	Pvm.	Suunn.	Positio	Kuvaus	Tyyppi	Koko	Muut- tuneet	PDF	DWG
	S2223-1			20.4.2017			Maadoitus PJ-liittymä	Kaavio	A3		S2 SAHK	S2 SAHK
	S2223-2			20.4.2017			Maadoitus PJ-liittymä	Kaavio	A3		S2 SAHK	S2 SAHK
	S2223-3			20.4.2017			Maadoitus kiinteistömuuntamo	Kaavio	A3		S2 SAHK	S2 SAHK
	S2228-1			20.4.2017			Nousujohto	Kaavio	A3		S2 SAHK	S2 SAHK
	S2228-2			20.4.2017			Nousujohto	Kaavio	A3		S2 SAHK	S2 SAHK

KUVA 6. Ote järjestelmäkaavioiden asiakirjaluettelosta

Asiakirjaluettelon loppuun (kuva 6) lisättiin hyperlinkit järjestelmäkaavioon pdf- ja dwg -formaattissa. Asiakirjaluettelo kokonaisuudessaan liitteessä 5.

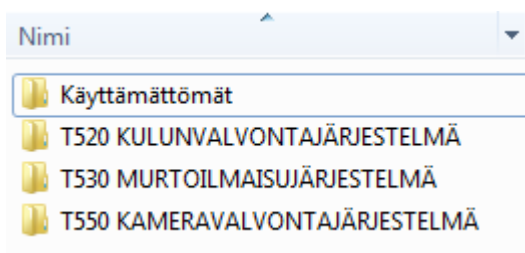
Järjestelmäkaavioiden nimeämisessä käytettiin ST 70.12 mukaista S2010 -sähkönimikkeistöä (kuva 7).

S	SÄHKÖENERGIAN JAKELU- JA KÄYTTÖJÄRJESTELMÄT
S1	Asennus- ja apujärjestelmät
S2	Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset
S3	Tuotantolaitteiden sähkönjakelu ja sähköistys.....
S4	Varavoimajärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset .
S5	UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset.
S6	Turvavalaistusjärjestelmät.....
S7	Muut järjestelmät.....
T	TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT
T1	Viestintä- ja tietoverkkojärjestelmät
T2	Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät
T3	Merkinanto- ja kutsujärjestelmät.....
T4	Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät
T5	Tilaturvallisuusjärjestelmät
T6	Paloturvallisuusjärjestelmät
T7	Viranomaisjärjestelmät
T8	Automaatio- ja mittausjärjestelmät.....

KUVA 7. S2010 -sähkönimikkeistö (ST 70.12, 2016)

Tässä työssä olevat maadoitus- ja nousujohtokaaviot kuuluvat nimikkeistön luokan S2 alle, jossa alaluokkana S2223 on maadoitukset ja S2228 alaluokkana keskusten väliset syöttöjärjestelmät, johon nousujohtokaaviot kuuluvat. Antenni- ja äänentoisto/kuulutusjärjestelmäkaaviot kuuluvat T1 luokan alaluokkiin T110 ja T120. Ajannäyttöjärjestelmät kuuluvat T4 luokan T410 -alaluokkaan. Tilaturvallisuusjärjestelmät (T5) sisältää kolme tässä työssä käsiteltyä alaluokkaa, kulunvalvontajärjestelmä (T520), murtoilmoitinjärjestelmä (T530) ja kameravalvontajärjestelmä (T550). Paloilmoitinjärjestelmät kuuluvat T6 luokan alaluokkaan T610.

Järjestelmäkaavioiden kansiorakenne sisältää kaikki S2010 -sähkönimikkeistön pääluokat ja ensimmäisen tason alaluokat. Ne luokat, joista tässä työssä ei tehty mallia, kerättiin käyttämättömät -kansioon. Tästä kansioista järjestelmän luokan mukainen kansio voidaan ottaa käyttöön, kun uusia mallipiirustuksia lisätään kirjastoon (kuva 8).



KUVA 8. Esimerkki kansiorakenteesta luokassa T5

6 POHDINTA JA JATKOKEHITYS

Yrityksellä on jo ennestään ollut erilaisia malleja ja dokumentteja, mutta ei yhtenäisen mallikirjaston muodossa. Mallikirjaston luomisella haluttiin saada jokaiselle suunnittelijalle käyttöön toimivia ja tarkastettuja malleja, jotka ovat helposti löydettävissä.

Mallikirjastoon tuli 25 piirikaaviomallia symboliryhmineen ja 19 järjestelmäkaaviomallia ohjeistuksineen ja hakemistorakenteineen. Työ tehtiin kevään 2017 aikana, jonka aikana opin paljon teknisestä piirtämisestä. Vaikka CADiE -suunnitteluohjelma ei ollut entuudestaan tuttu, peruskäytön opetteluun meni yllättävän vähän aikaa, kiitos hyvän ohjauksen. Omasta mielestäni CADiE onkin kohtuullisen helppo ohjelma oppia ja erittäin pätevä piirikaavioiden suunnitteluun.

Suunnittelutoimiston mallikirjastolle on nyt luotu pohja, jossa on kiinnitetty huomiota kirjaston ylläpitämiseen ja päivittämiseen. Yksi suurimmista mallikirjaston haasteista käyttöönoton ohella on sen ylläpito. Tehdyissä ohjeistuksissa pyrittiin kertomaan piirustusten lisäämisessä ja muokkaamisessa huomioitavat asiat mahdollisimman yksiselitteisesti, jotta dokumenttien yhdenmukaisuus pysyisi samalla tasolla myös tulevaisuudessa. Mallikirjaston ylläpitäminen ja päivittäminen ovat jokaisen työntekijän vastuulla, jotta toimivuus säilyy. Toinen vaihtoehto on nimetä mallikirjastolle vastuhenkilö, joka hoitaa mallikirjastoa muun työn ohessa esimerkiksi 1-2 kertaa kuukaudessa.

Mallikirjaston ylläpito on ohjeistuksen avulla yksinkertaista siihen asti, kun käytetyt suunnitteluohjelmat päivittyvät uusiin versioihin, tai käyttöön otetaan täysin toinen ohjelma. Tulevaisuudessa uuden ohjelmaversion tullessa on aina riski, ettei vanhalla versioilla tehdyt kuvat päivity oikein konvertointityökaluista huolimatta.

Toinen mallikirjaston käyttöön liittyvistä haasteista on sen käyttöönotto. Uusien käytäntöjen omaksuminen voi viedä aikaa, jos on tehnyt asioita tietyllä tavalla jo pitkään. Osa suunnittelijoista tietääkin paljon vanhoja projekteja, joista käyttökelpoisia malleja voi myös löytyä. Tarkoituksena kuitenkin on, että nämäkin vanhat mallit saataisiin päivitettyä mallikirjastoon ja siten kaikkien saataville.

Uskon mallikirjastosta olevan hyötyä kaikille suunnittelijoille, mutta erityisesti uusille työntekijöille ja nuorille suunnittelijoille. Heille verkkolevyllä olevat vanhat projektit eivät ole tuttuja ja hyvän dokumentin etsimiseen käytettäisiin paljon aikaa, joka on pois tehokkaasta työskentelystä.

LÄHTEET

Harsia P. 2004, Sähkösuunnittelun käsikirja, Espoo: Sähköinfo Oy

TATE 12, 2013, Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo, Rakennustieto Oy

Ruppa E. 1996, Sähkötekniinen dokumentointi, Helsinki, Hakapaino Oy

Suomen standardisoimisliitto SFS, SFS-EN 61082-1, 27.4.2015, SESKO ry

Hankintalaki 29.12.2016/1397

Hanketietokortti HT12, 2013, Rakennustieto Oy

NSS Oy, 2017, Sertifiointi, luettu 20.03.2017.

<http://www.nsoy.fi/sertifointi>

Symetri, 2017, Tuotteet ja ratkaisut, CADiE, luettu 20.3.2017

<http://www.symetri.fi/tuotteet-ja-ratkaisut/tuotteet/cadie/>

Eaton Corporation, 2012, UPS-käsikirja

Progman Oy, 2017, MagiCAD Electrical, luettu 19.4.2017

<https://www.magicad.com/fi/lvis-sovellukset/magicad-electrical/#magicad-for-autocad>

Saastamoinen A. 2008, Dokumenttivaatimukset selkiytyivät, Sähköala -lehti 11/2008, 39

ST kortisto, ST 13.30, Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit, 15.9.2009, Sähkötieto ry

ST kortisto, ST käsikirja 10, Paloilmoitinjärjestelmät, 2004, Sähkötieto ry

Viestintävirasto, 17.12.2014/M65

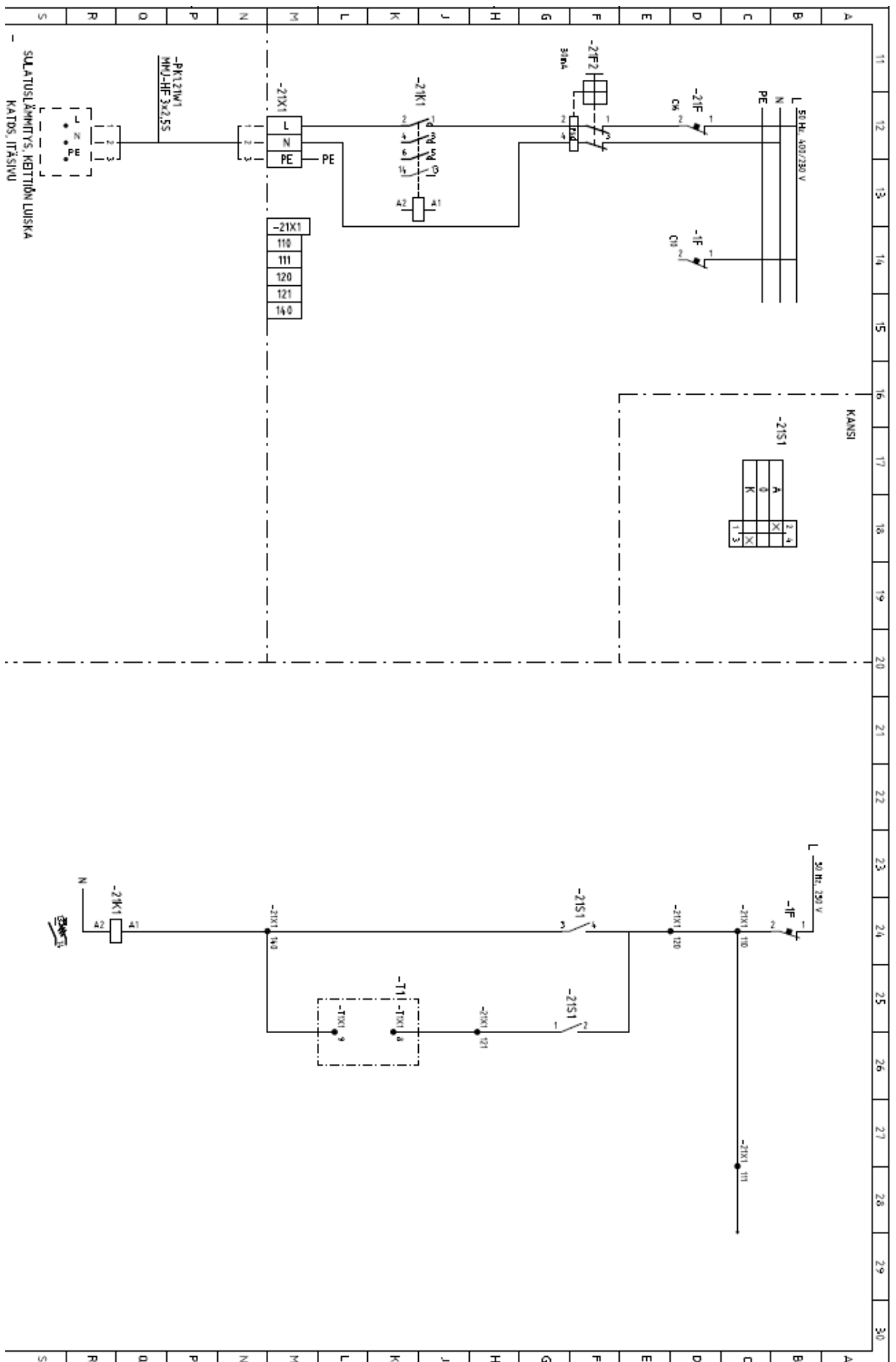
Jumpponen E. 2002, Sähköpiirustuskirja, Espoo, Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry

Suomen Standardoimisliitto SFS, 2003, SFS-käsikirja 16, 5. painos, Jyväskylä, Gumme-
rus Kirjapaino Oy

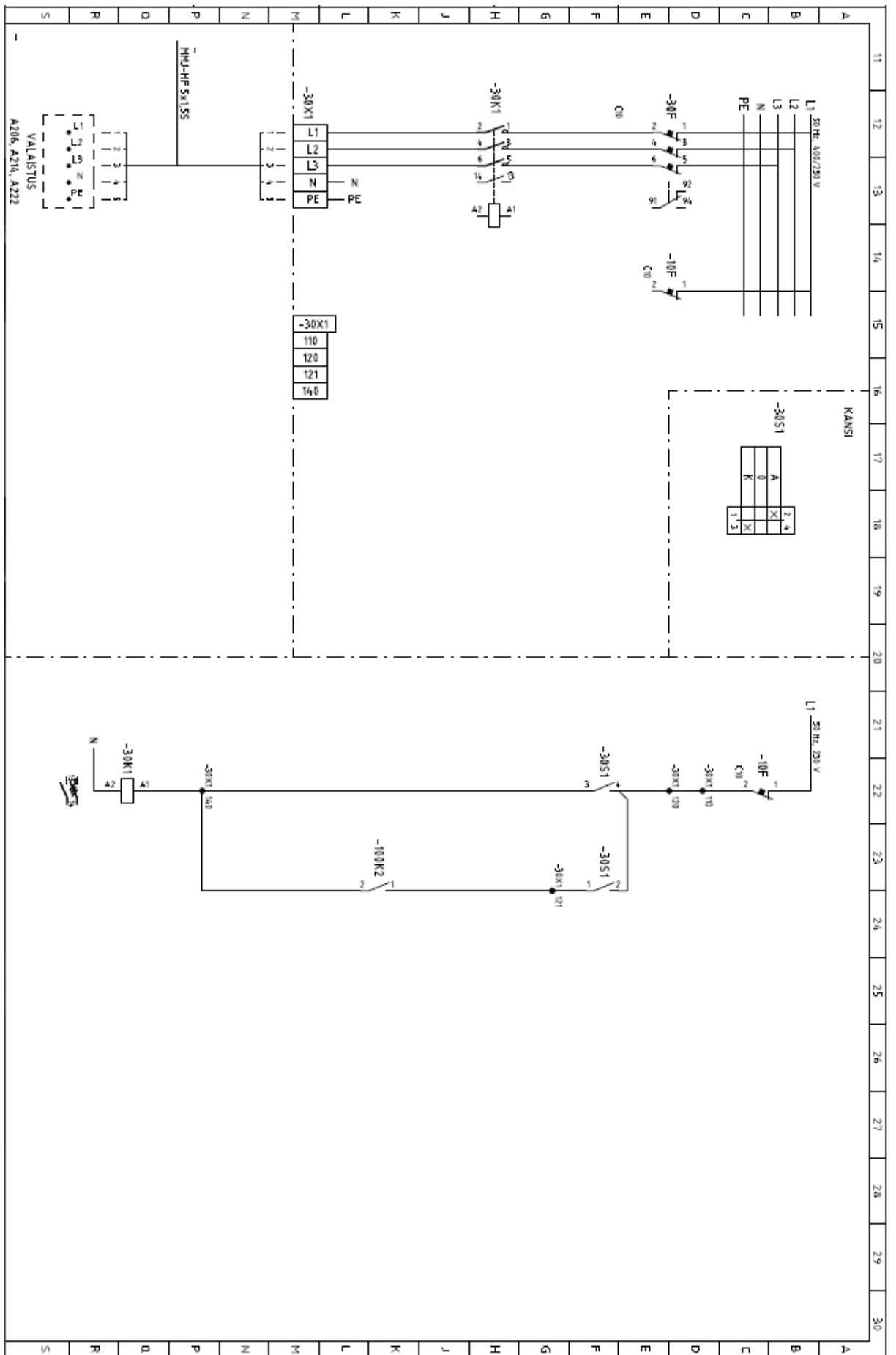
ST kortisto, ST 70.12, S2010-sähkönimikkeistö, 27.1.2016, Sähkötieto ry

ST kortisto, ST-esimerkit 5, Esimerkkipiirustukset, 2007, Sähkötieto ry

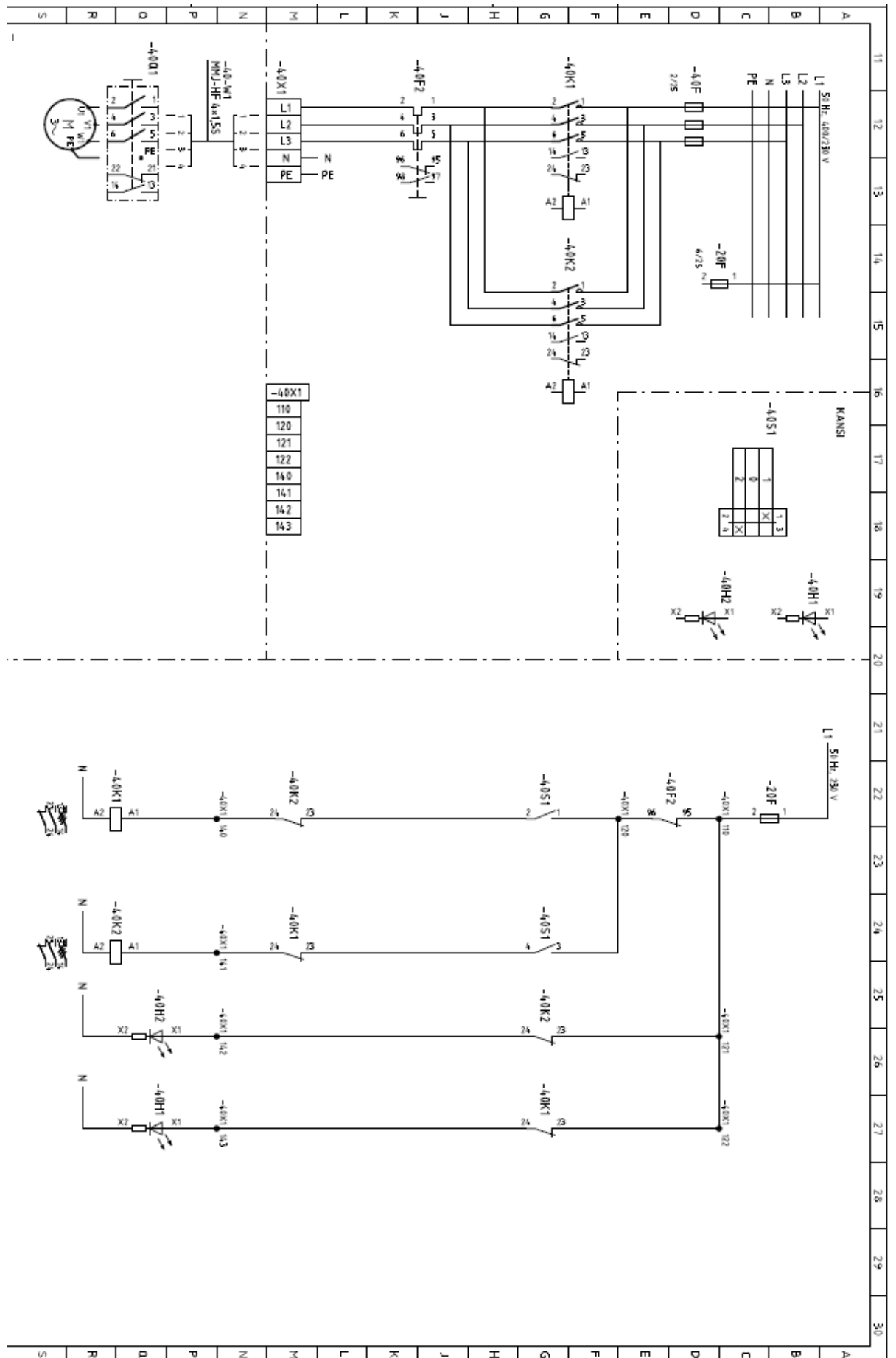
Liite 2. Esimerkki lämmityksen piirikaaviomallista (LÄM_203)



Liite 3. Esimerkki valaistuksen piirikaaviomallista (VAL_255)



Liite 4. Esimerkki moottorin piirikaaviomallista (MOOT_303)



Liite 5. Järjestelmäkaavioiden hakemisto

Asiakirjano	Mutos	Mutos pvm.	Pvm	Suunn.	Asiakirjan kuvaus	Tyyppi	Koko	PDF	DWG	Muut- tuneet
S2223-1			20.4.2017		Maadoitus P.Jiittyvä	Kaavo	A3	S2 SÄHKÖ	S2 SÄHKÖ	
S2223-2			20.4.2017		Maadoitus P.Jiittyvä	Kaavo	A3	S2 SÄHKÖ	S2 SÄHKÖ	
S2223-3			20.4.2017		Maadoitus kiinteistömuuntamo	Kaavo	A3	S2 SÄHKÖ	S2 SÄHKÖ	
S2228-1			20.4.2017		Nousujohto	Kaavo	A3	S2 SÄHKÖ	S2 SÄHKÖ	
S2228-2			20.4.2017		Nousujohto (jännitehäviö ja oik.sulk excel)	Kaavo	A3	S2 SÄHKÖ	S2 SÄHKÖ	
T110-1			20.4.2017		Antenni	Kaavo	A3	T1 VIESTII	T1 VIESTII	
T110-2			20.4.2017		Antenni	Kaavo	A3	T1 VIESTII	T1 VIESTII	
T120-1			20.4.2017		Äänentoisto/kuulutus	Kaavo	A3	T1 VIESTII	T1 VIESTII	
T120-2			20.4.2017		Äänentoisto/kuulutus	Kaavo	A3	T1 VIESTII	T1 VIESTII	
T410-1			20.4.2017		Ajannäyttö	Kaavo	A3	T4 TIEDOT	T4 TIEDOT	
T410-2			20.4.2017		Ajannäyttö	Kaavo	A3	T4 TIEDOT	T4 TIEDOT	
T520-1			20.4.2017		Kulunvalvonta	Kaavo	A3	T5 TILATU	T5 TILATU	
T520-2			20.4.2017		Kulunvalvonta	Kaavo	A3	T5 TILATU	T5 TILATU	
T530-1			20.4.2017		Murto/rikos	Kaavo	3x1	T5 TILATU	T5 TILATU	
T530-2			20.4.2017		Murto/rikos	Kaavo	A3	T5 TILATU	T5 TILATU	
T530-3			20.4.2017		Murto/rikos	Kaavo	A3	T5 TILATU	T5 TILATU	
T550-1			20.4.2017		Kameravalvonta	Kaavo	A3	T5 TILATU	T5 TILATU	
T610-1			20.4.2017		Paloilmoitin	Kaavo	A3	T6 PALOT	T6 PALOT	
T610-2			20.4.2017		Paloilmoitin	Kaavo	3x1	T6 PALOT	T6 PALOT	