



Samuli Huttunen

# Kiinteistöjen piirikaavioiden suunnittelun kehitys MagiCAD:llä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

3.3.2022

# Tiivistelmä

Tekijä:	Samuli Huttunen
Otsikko:	Kiinteistöjen piirikaavioiden suunnittelun kehitys MagiCAD:llä
Sivumäärä:	36 sivua + 3 liitettä
Aika:	3.3.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Yliopettaja Jarno Varteva Projektipäällikkö Roni Leppänen

---

Tämä insinöörityö toteutettiin Rejlers Finland Oy:n toimeksiannosta. Työssä perehdyttiin kiinteistöjen sähkökeskusten piirikaavioihin teorian ja käytännön tasolla. Työn tarkoituksena oli päivittää yrityksen vanhat mallipiirikaaviot ajan tasalle, sekä luoda piirikaavioihin liittyvä ohjeistus yrityksen sisäiseen käyttöön ja näin helpottaa piirikaavioiden tekijöiden työskentelyä.

Työn julkisessa osuudessa perehdyttiin lähdemateriaalien avulla piirikaavioiden luomiseen teoriatasolla. Lisäksi käsiteltiin piirikaavioihin liittyviä komponentteja, piirtämiseen liittyviä asioita kuten erilaisia esitystapoja, sekä käytiin läpi yksinkertaisia piirto-toimintoja MagiCAD Circuit Designer-ohjelmistossa. Työssä luotiin esimerkkipiirikaavio käyttäen edellä mainittua ohjelmistoa. Lisäksi käsitellään muiden esimerkkipiirikaavioiden sisältöä.

Työn tuloksena syntyi yrityksen sisäiseen tietopankkiin piirikaavioita koskeva osio, johon on kerätty piirikaavioiden tekoon liittyviä asioita ja vinkkejä, joita on tärkeä huomioida niitä tehdessä. Ohjeistusta käyttämällä voi välttää yleisimmät virheet tai löytää niihin ratkaisun helposti. Lisäksi osa mallipiirikaavioista päivitettiin ajan tasalle ja loput ovat työn alla.

Avainsanat: piirikaavio, ohjaus, sähkökeskus, magicad, sähkösuunnittelu

## Abstract

Author: Samuli Huttunen  
Title: Development of Planning Properties Circuit Diagrams Using MagiCAD.  
Number of Pages: 36 pages + 3 appendices  
Date: 3 March 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation engineering  
Professional Major: Electrical power engineering  
Supervisors: Jarno Varteva, Principal Lecturer  
Roni Leppänen, Project Manager

---

This thesis work was carried out for Rejlers Finland Oy. This work dealt with electrical circuit diagrams of properties in theory and on practical level. The goal of the work was to update the old model circuit diagrams of the company, and to create an instruction about circuit diagrams for the company's private use and therefore help the circuit diagram creators work.

In the public part of the thesis work, circuit diagrams are examined theoretically. Also components, different presentation styles and basic functions of MagiCAD Circuit Designer-software are examined. An example circuit diagram was created for the public part of the work using the previously mentioned software. Also a few example circuit diagrams are examined.

As the result of the work, an informative instruction about circuit diagrams was created into the company's database. The instruction includes tips and other matters to take into consideration when creating circuit diagrams. Using the instruction, common mistakes can be easily avoided, or a solution to them is easily available. Also some of the model circuit diagrams were updated and the rest of the diagrams are in the making.

Keywords: Circuit diagram, Switchboard, MagiCAD, Electrical designing

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tekninen dokumentointi	2
3	Pääkaaviot	2
4	Piirikaaviot	4
4.1	Piirikaavioiden tarkoitus	4
4.2	Komponentit	6
4.2.1	Kontaktorit	6
4.2.2	Riviliittimet	7
4.2.3	Kytkimet	8
4.2.4	Merkkilamput	11
4.2.5	Aikareleet	12
4.3	Piirrosmerkit	13
4.4	Piirikaavioiden esitystavat	14
4.4.1	Vapaa esitystapa	15
4.4.2	Koottu esitystapa	17
4.4.3	Sidottu esitystapa	17
5	Standardit	18
6	Piirikaavioiden luominen	20
6.1	Piirikaavioiden piirtämisen perusteita	20
6.2	MagiCAD-ohjelmisto	21
6.3	Piirikaavioiden luominen MagiCADilla	22
6.3.1	Piirikaavion aloitustoiminnot	22
6.3.2	Komponenttien lisäys pääpiirikaavioon	23
6.3.3	Komponenttien lisäys ohjauspiirikaavioon	27
6.4	Esimerkkipiirikaavioita	34
6.4.1	Ohjattu valaistuslähtö	34
6.4.2	Ohjattu moottorilähtö	34
7	Yhteenveto	35

Liitteet

Liite 1: Esimerkkiipiirikaavio, valaistuksen ohjaus

Liite 2: Esimerkkiipiirikaavio, moottorilähtö

Liite 3: MagiCAD:llä tehty esimerkkiipiirikaavio

## Lyhenteet

BIM: Building information modeling. Rakennuksen tietomalli.

DALI: Digital addressable lighting interface.

EC: Elektronisesti kommutoitu moottori.

F: Sulake tai johdonsuojakatkaisija.

H: Merkkilamppu.

K: Kontaktori.

NC: Normally closed. Lepoasennossa kiinni oleva kosketin.

NO: Normally open. Lepoasennossa auki oleva kosketin.

Q: Katkaisija.

S: Kytkin.

VAK: Valvonta-alakeskus.

X: Riviliitin.

## 1 Johdanto

Tässä insinööriyössä perehdytään piirikaavioihin ja kerrotaan, mitä ne sisältävät, sekä mitä asioita tulisi huomioida niitä tehdessä. Piirikaaviot ovat tärkeä osa rakennusten ja teollisuuden teknistä toteutusta, sillä niiden perusteella sähkökeskuksen valmistaja kytkee keskuksen sisäiset johdotukset. Niitä tehdään vielä nykypäivänäkin paljon, koska jokaisesta ohjatusta lähdöstä, joita sähkökeskukseen tulee, olisi hyvä tehdä piirikaavio. Piirikaavioiden tekijä on yleensä sähkösuunnittelija tai sähköurakoitsija, sopimuksesta riippuen.

Insinööriyö toteutettiin Rejlers Finland Oy:n toimeksiannosta. Työssä päivitetään Rejlersin mallipiirikaaviot ajan tasalle. Mallipiirikaavioiden avulla saadaan luotua piirikaavioita helpommin ja nopeammin, kun tyhjästä ei tarvitse aloittaa. Myöskin mallipiirikaavioista voi nimensä mukaisesti katsoa mallia vaikkapa monimutkaisempiin piirikaavioihin, eikä tarvitse etsiä vanhoista projekteista, johon kuluu turhaan aikaa. Lisäksi luodaan yrityksen sisäiseen käyttöön ohjeistus piirikaavioiden luomista varten, jotta piirikaavion pystyy tarvittaessa tekemään henkilö, joka ei ole sellaista ennen tehnyt tai viime kerrasta on aikaa ja tarvitsee muistin virkistystä. Työn tarkoituksena on helpottaa piirikaavioiden suunnittelijoiden työtä. Työssä käytetään Autocad-ohjelmistoon saatavaa lisäosaa nimeltä MagiCAD Circuit Designer, joka on tarkoitettu piirikaavioiden laatimiseen.

Rejlers Finland Oy

Rejlers Finland Oy on osa Ruotsissa perustettua Rejlers AB-yhtiötä. Sen ensimmäinen toimipiste Suomessa perustettiin Mikkeliin vuonna 1980, minkä jälkeen yritys on kasvanut tasaiseen tahtiin.

Rejlers Finland Oy työllistää tällä hetkellä Suomessa noin 1000 työntekijää yli 20 paikkakunnalla kuten Helsingissä, Hyvinkäällä, Hämeenlinnassa, Joensuuassa, Jyväskylässä, Kemissä, Kotkassa, Kouvolassa, Kuopiossa, Kurikassa, Lappeenrannassa, Lohjalla, Mikkelissä, Oulussa, Porissa, Porvoossa, Salossa, Savonlinnassa, Tampereella, Turussa sekä Vantaalla. Rejlers tarjoaa erilaisia

insinööripalveluita, kuten suunnittelua ja konsultointia esimerkiksi rakentamisen, infran, energian, teollisuuden aloille. Rejlorsin viime vuosien merkittävimpiä kohteita rakennusten sähkösuunnittelussa ovat olleet esimerkiksi Helsingin keskustakirjasto Oodi, Scandic hotelli Grand Central Helsinki sekä Metropolian Myllypuron kampus. [1.]

## **2 Tekninen dokumentointi**

Teknisen dokumentoinnin tarkoitus on esittää jonkin teknisen laitteen tai järjestelmän ominaisuuksia graafisessa muodossa, kuten paperilla tai PDF-tiedostona.

Dokumentoinnin avulla asentaja tai mekaanikko pystyy saavuttamaan halutun asennustuloksen. Insinöörin tulee pystyä ymmärtämään dokumentointia ja myös tuottamaan dokumentteja itse. Esimerkiksi sähkösuunnittelijan työ on pääasiassa erilaisten dokumenttien tuottamista. [2, s. 5.]

Rakennusten sähkösuunnittelijana luodaan ainakin seuraavia sähködokumentteja:

- tasopiirustus
- asemapiirustus
- sähköselostus
- maadoituskaavio
- keskuksen pääkaavio
- piirikaavio
- ohjaus- ja hälytysrunkojohtokaavio
- nousujohtokaavio
- tietoteknisten järjestelmien kaaviot ja muut dokumentit.

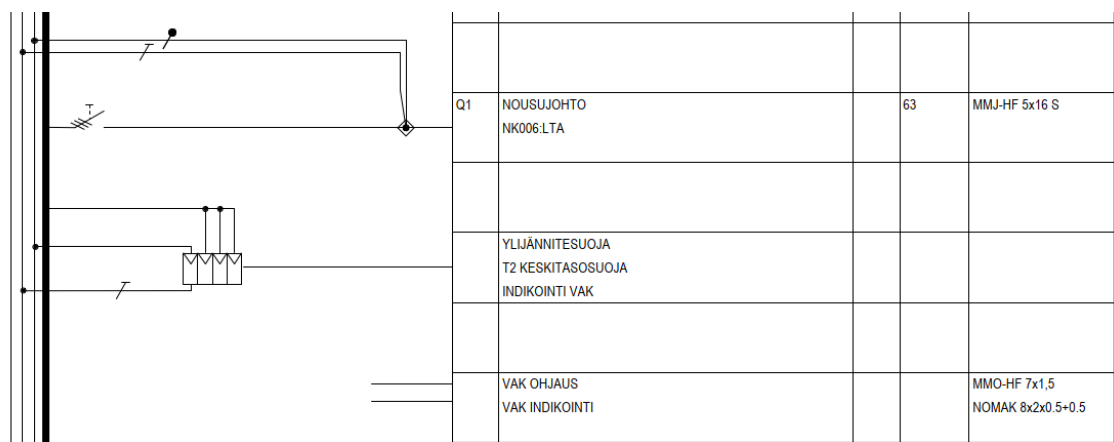
## **3 Pääkaaviot**

Sähkökeskuksen pääkaavion tarkoitus on esittää keskuksen tärkeimmät tiedot, kuten rakenteeseen liittyvät asiat, nimellisarvot ja lähdöt. Pääkaaviossa



esitetään keskuksen lähtöihin tulevat pääkomponentit, kuten johdonsuojakatkaisijat, kytkinvarokkeet, kontaktorit, kytkimet, energiamittarit sekä vikavirtasuojakytkimet nimellisvirtoineen. Pääkaaviossa näytetään myös keskusta syöttävä nousujohto sekä mahdolliset ohjaus- ja indikointikaapelit. [3, s. 11.]

Kuten kuvassa 1 nähdään, kyseisen keskuksen nousukaapelina on MMJ-HF 5x16 S. Keskukseen tulee VAKilta ohjaus ja indikointikaapelit. Keskus on myös varustettu ylijännitesuojalla, jossa on indikointi kertomaan suojan tilasta. Keskuksen pääkytkin on tässä esimerkissä 3-napainen eli nollajohdinta ei katkota.



Kuva 1. Nousukaapeli ja ohjauskaapelit pääkaaviossa.

Tarjouslaskentaa varten keskuksen suunnittelijan täytyy huolehtia siitä, että pääkaaviossa on esitetty pääkomponentit määrätietoineen sekä nimellisvirtoineen. Suunnitteluvaiheessa ryhmänumerot jätetään määrittämättä ja ryhmät numeroitaan asennusvaiheessa samalla kun saadaan keskusvalmistajalta kokoonpanopiirustukset, sekä kojeluettelo. Tämän jälkeen keskukselta voidaan piirtää piirikaaviot.

## 4 Piirikaaviot

### 4.1 Piirikaavioiden tarkoitus

Piirikaavio on sähköpiirustus, jonka tarkoituksena on esittää tarkasti järjestelmän tai kytkennän toiminta ja sähkötekniset yksityiskohdat. Piirikaaviossa otetaan huomioon esimerkiksi sähkökeskuksessa sijaitsevan ohjauslaitteiston johdotukset ja kytkennät, mutta ei kuitenkaan komponenttien todellista kokoa, muotoa tai sijaintia. [2, s. 53.]

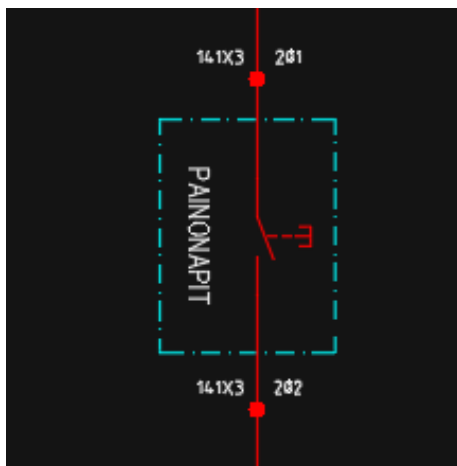
Piirikaaviot tehdään keskuksen pääkaavion ohjattujen lähtöjen perusteella. Kuvassa 2 on yksinkertainen ohjattu lähtö, jossa on esitetty johdonsuojakatkaisija, kontaktorin pääkosketin, 3-asentoinen nokkakytkin ja merkkivalo.



Kuva 2. Pääkaavion ohjattu lähtö.

Piirikaavioon kuuluu pää- ja ohjauspiirikaavio. Pääpiirikaaviossa esitetään keskuksen tulevat komponentit, kuten johdonsuojakatkaisijat, kontaktorit ja releet, sekä niiden väliset johdotukset. Ohjauspiirikaaviossa esitetään komponenttien väliset johdotukset, sekä riviliittimet. Ohjauspiirikaavion tarkoituksena on esittää piirin ohjauksen toiminta. Jos tietty komponentti ei sijaitse kyseisessä keskuksessa, josta piirikaaviota tehdään, se merkitään pistekatkoviivalla ja sijainti merkitään kaavioon. [4, s. 4.]

Kuvassa 3 on esitetty painonapit keskuksen ulkopuolella. Piirikaavion tulkitseja tietää, että painonapit sijaitsevat keskuksen ulkopuolella ja näiden tarkempi sijainti selviää tasopiirustuksesta.



Kuva 3. Keskuksen ulkopuolisen komponentin symboli.

Kun keskuksen piirikaaviot on laadittu, voidaan kaaviot lähettää eteenpäin keskusvalmistajalle, joka suorittaa piirikaavioiden mukaiset kytkennät keskuksen sisällä sekä asentaa tarvittavat komponentit, kuten kontaktorit, riviliittimet yms.

Piirikaavioiden avulla voidaan ymmärtää sähkölaitteiden toiminta ja käyttötarkoitus paremmin. Piirikaaviot helpottavat myös esimerkiksi vianselvitystä tarvittaessa. Rakennuksen ylläpidon kannalta on tärkeää, että kun keskuksen kytkentöihin tehdään muutoksia, ne merkitään piirikaavioon. Muutokset tulee piirtää puhtaaksi muutoksen yhteydessä tai määräväleihin. [3, s. 16.]

Piirikaavio muodostuu yleensä komponentteja esittävistä piirrosmerkeistä, komponenttien välisistä johdotuksista, komponenttien yksikkötunnuksista ja liitintunnuksista. Lisäksi mahdollinen toiminnan ymmärtämiseksi tarvittava lisätieto, kuten kaaviot, taulukot ja käsikirjat voidaan liittää osaksi piirikaaviota. [4, s. 2.]

Piirikaavioiden yksinkertaistamiseen on sallittua esimerkiksi esittää piiri tai sen osa yksiviivaesityksenä, jos siinä käy riittävästi ilmi kaavion tarkoitus. Jos tilansäästölle on tarvetta, voidaan osa piiristä esittää esimerkiksi lohkokaaaviona tai suorakulmiona, johon merkitään viite yksityiskohtaisempaan kaavioon. Jos piirin tietty osa toistuu useasti, riittää, kun tämä esitetään kerran yksityiskohtaisesti ja jatkossa korvataan asianmukaisilla viitteillä. Jos tietyn piirin ymmärtämiseksi

tarvitaan ulkoisia piirejä, voidaan nämä esittää yksinkertaistettuina ja viitata asianomaiseen piirikaavioon. [4, s. 3.]

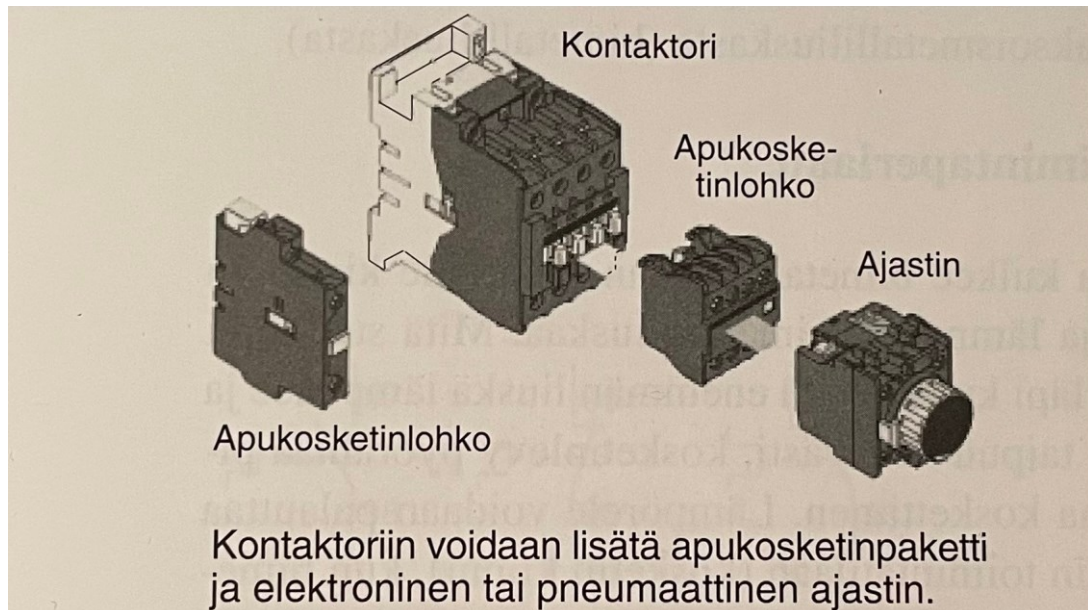
## 4.2 Komponentit

### 4.2.1 Kontaktorit

Kontaktorin rakenteeltaan ja toiminnaltaan samanlainen kuin sähkömagneettinen rele. Releen ja kontaktorin ero on kuitenkin se, että kontaktorilla on suurempi virrankatkaisukyky ja näin ollen on tarkoitettu päävirtapiiriin, kun taas rele ohjausvirtapiiriin. Kontaktorin koskettimet soveltuvat 10–1000 A:n sähkövirran kytkemiseen. [5, s. 109.]

Kontaktorien yleisimmät käyttöluokat ovat AC 1, joka soveltuu resistiivisille kuormituksille kuten lämmitysvastuksille. Käyttöluokka AC 3 soveltuu esimerkiksi oikosulkumootoreille. [5, s. 109.]

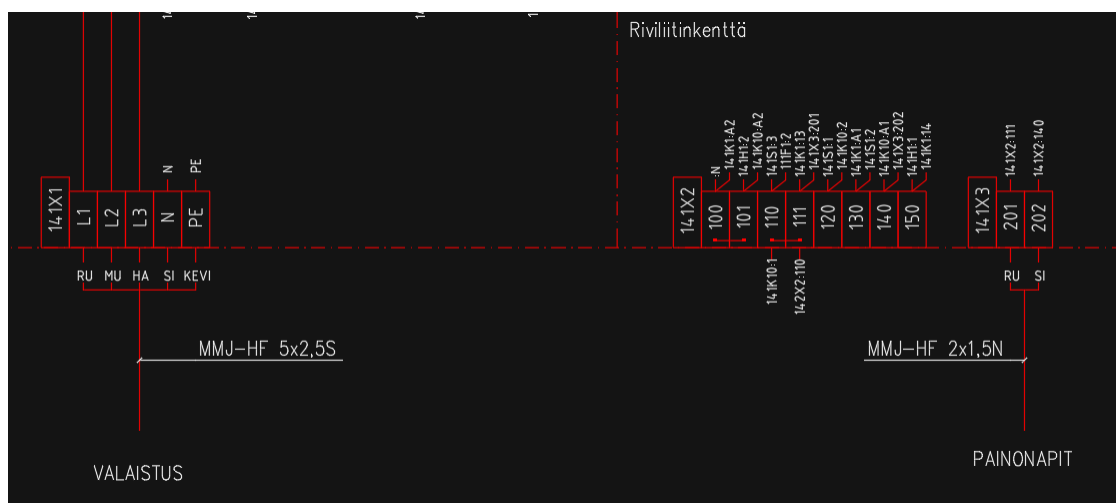
Kontaktorit ovat yleensä varustettu NO-koskettimella (kuva 4), mutta niihin saadaan liitettyä erillisiä apukosketinlohkoja, joiden avulla saadaan lisää joko NO- tai NC-koskettimia esimerkiksi käyttötilatietojen viemiseksi rakennusautomaatioon. Kontaktorien avulla voidaan ohjata 3-vaiheisia laitteita käyntiin vaikka normaalilla valaisinkytkimellä.



Kuva 4. Kontaktorin rakenne lisäosien kanssa. [5, s. 109]

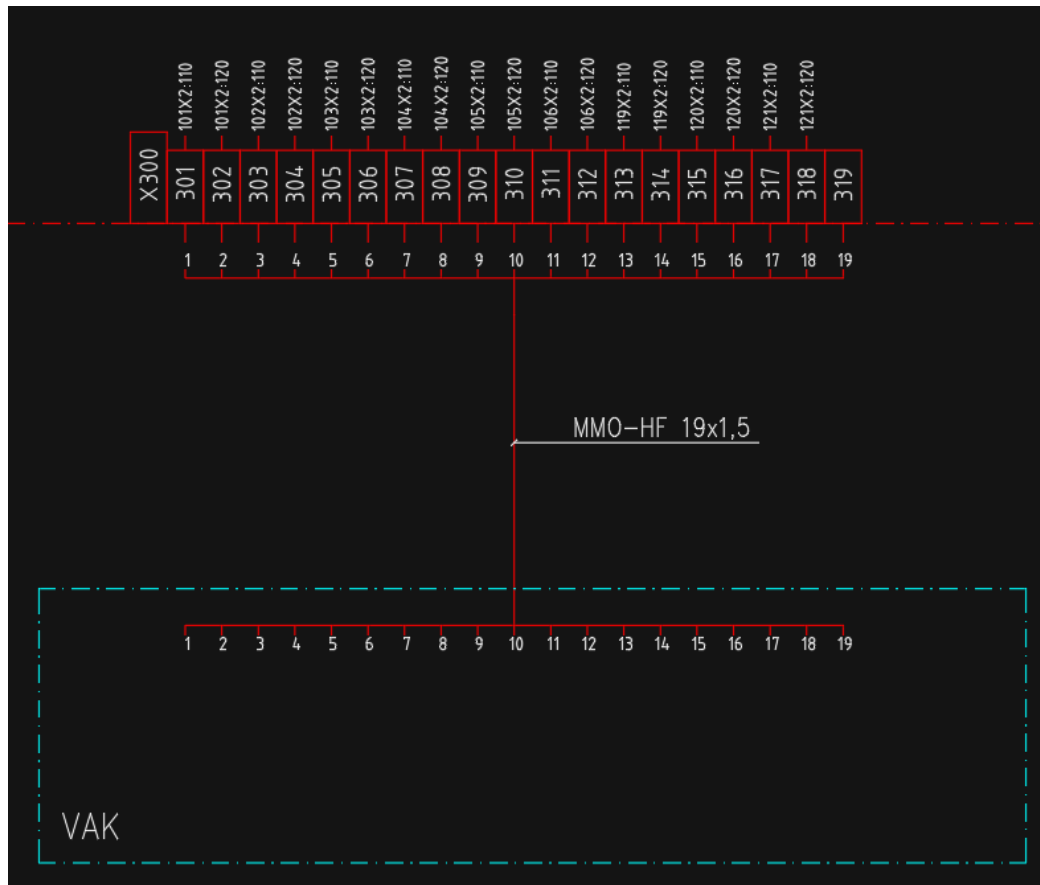
#### 4.2.2 Riviliittimet

Riviliittimet ovat jousi- tai ruuviliittimillä varustettuja liitinrimoja, jotka yleensä asennetaan keskuksen DIN-kiskoon. Riviliittimiä käytetään keskuksen sisäisten johdotusten kytkentään. Piirikaavioihin merkitään riviliittinten numerot yleensä siten, että ne viittaavat kyseiseen ryhmään (kuva 5). Esimerkiksi ryhmänumeron 141 riviliittinrimat merkittäisiin 141X1, 141X2 jne.



Kuva 5. Ryhmän 141 riviliittimet piirikaaviossa esitettyinä.

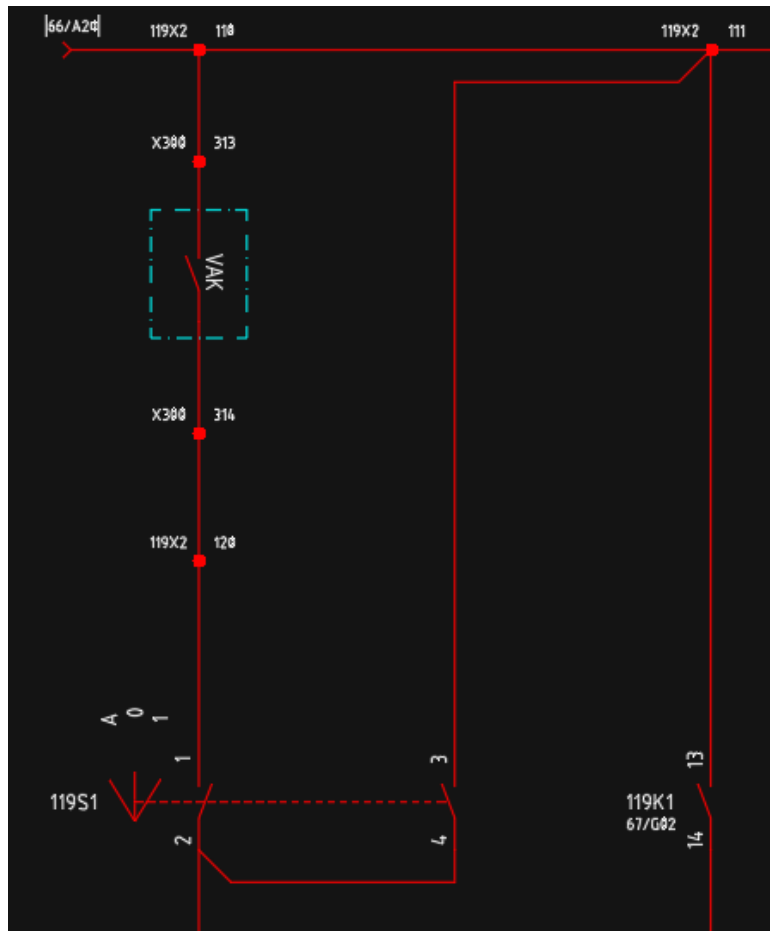
Jos keskuksessa on VAK-ohjauksia tai indikoiteja, usein keskukseseen sijoitetaan omaan paikkaansa VAK- tai muita ulkoisia ohjauksia ja indikoiteja varten omat riviliitinrimastot. Sähköasentajan on työmaalla helppoa kytkeä kaapeli, kuten MMO 19x1,5, kun kyseisen kaapelin riviliittimet sijaitsevat vierekkäin yhdessä paikassa (kuva 6).



Kuva 6. Ohjauskaapeli ja -riviliittimet esitettyinä piirikaaviossa.

#### 4.2.3 Kytkimet

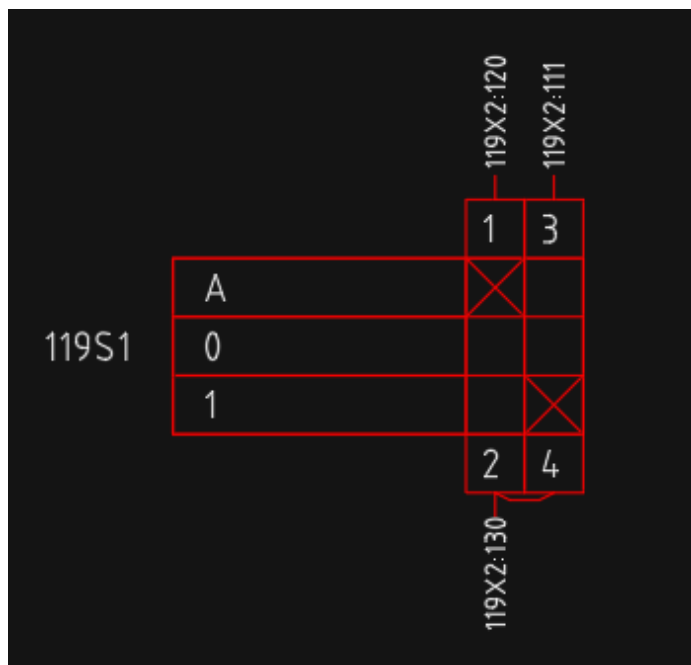
Ohjatuissa lähdoissa on usein esitetty piirille käyttökytkin, joka useimmin on 3-asetoinen nokkakytkin, jossa on merkinnät A-0-1. Asennossa 0 piiri ohjataan pois päältä, asennossa 1 kytkin pakottaa piirin päälle ja asento A tarkoittaa automaattiasentoa, jolloin ohjattu piiri toimii kuten normaali olosuhteissa on tarkoitus eli esimerkiksi VAK-ohjauksella, kuten kuvassa 7. Kytkimet merkitään piirikaavioon tunnuksella S.



Kuva 7. Kytin piirikaaviossa.

Nokkakytkin on moniasentoinen kiertokytkin, yleensä kaksi- tai kolmeasentoinen, jonka koskettimia ohjataan akselin kiertoliikkeellä. Nokkakytkimen kytkinpaketti koostuu useasta kosketinyksiköstä. Nokkakytkimet asennetaan yleensä keskuksen kanteen, josta niitä voidaan operoida, mutta ne voidaan asentaa myös keskuksen pohjalevyyn. [5, s. 90.]

Jos piirikaavioon lisätään käyttökytkin, kaavioon lisätään myös kytkimen toimintataulukko, jossa esitetään missä kytkimen asennossa eri liitinvälit sulkeutuvat (kuva 8).



Kuva 8. Kytkimen toimintataulukko.

Kuvan 8 taulukosta nähdään, että kytkimen ollessa asennossa "A" liitinväli 1–2 sulkeutuu ja asennossa "1" väli 3–4 sulkeutuu. Asennossa "0" kaikki liitinvälit



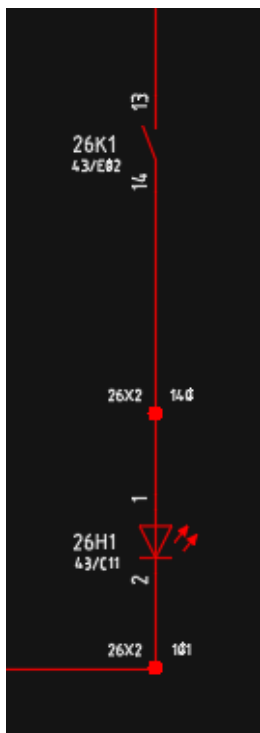
ovat auki. Kytkimen tarkempi toiminta ja johdotus esitetään piirikaavion ohjauspiirissä.



Kuva 9. Nokkakytkimen rakenne. [5, s. 90.]

#### 4.2.4 Merkkilamput

Merkkilamput ovat yleensä keskuksen kanteen tai DIN-kiskoon asennettavia merkkivaloja, joiden tarkoituksena on ilmoittaa piirin käyntitilasta tai vikatilanteesta. Merkkilamput ovat nykyään led-valoja ja niiden tunnus piirikaavioissa on "H". Kuvassa 10 on yleisin tapa käyttää merkkilamppua piirikaaviossa, eli kontaktorin 26K1 vetäessä sulkeutuva apukosketin sulkeutuu ja merkkilamppu 26H1 syttyy ilmoittaakseen, että piiri on ohjattu käyntiin.



Kuva 10. Merkkilamppu piirikaaviossa.

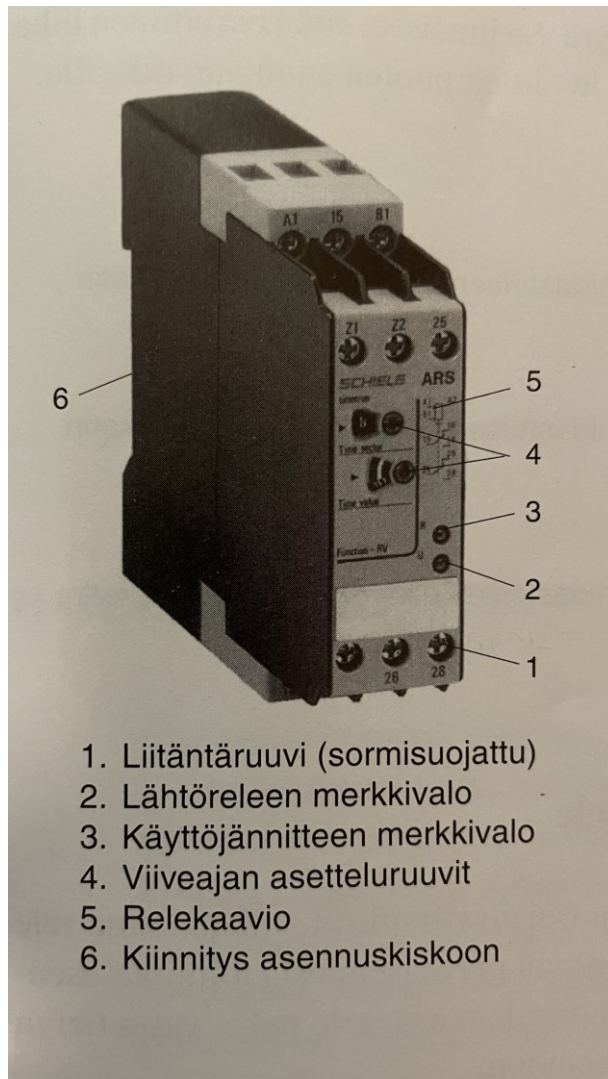
#### 4.2.5 Aikareleet

Aikareleen koskettimia ohjataan elektroniikkapiirillä tietyn aikaohjelman mukaisesti. Aikareleitä on esimerkiksi veto- ja päästohidasteisia, sekä monitoimireleitä, jotka suorittavat molempia toimintoja. [5, s.101–102.]

Aikareleen teknisissä tiedoissa tai itse releessä ilmoitetaan

- releen ulkoiset mitat
- ohjauspiirin käyttöjännite
- koskettimien nimellisvirrat eri jännitteillä
- kotelointiluokka
- kytkettävien johtojen poikkipinta-alat.

Vetohidasteinen aikarele (kuva 11) ohjaa koskettimensa lepoasennosta toiminta-asentoon asetetun hidastusajan jälkeen. Releen koskettimet palautuvat lepoasentoon välittömästi ohjauksen katkettua, eli kun jännite releen A1-A2 navoilta katkeaa.



1. Liitännäruuvi (sormisuoja)
2. Lähtöreleen merkkivalo
3. Käyttöjännitteen merkkivalo
4. Viiveajan asetteluruuvit
5. Relekaavio
6. Kiinnitys asennuskiskoon

Kuva 11. Monitoiminen aikarele ja sen rakenne. [5, s. 101.]

Päästöhidasteinen aikarele toimii päinvastoin kuin vetohidasteinen. Kun releelle ohjataan jännite releen koskettimet menevät välittömästi toiminta-asentoon ja asetetun hidastusajan jälkeen koskettimet palautuvat lepoasentoon.

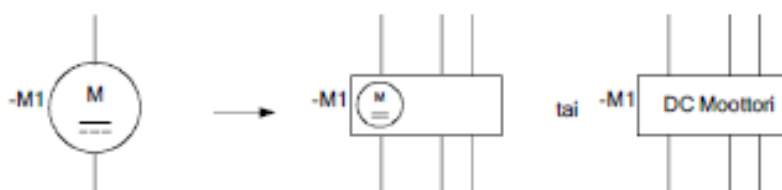
#### 4.3 Piirrosmerkit

Kansainvälisesti standardisoidut piirrosmerkit ovat määritelty standardissa IEC 60617. Standardipiirrosmerkeillä on omat yksilötunnukset, jotka esitetään muodossa Sxxxxx, esimerkiksi S00200.

Piirrosmerkkejä käsitellään seuraavissa standardeissa:

- SFS-EN 61082-1:2015. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt.
- SFS-EN ISO 81714-1:2010
- SFS-EN 81714-2:2006
- IEC 60617. Graphical Symbols for Diagrams
- Standardisarja ISO 14617. Graphical symbols for diagrams.
- ISO 5807. Information processing.

Käytettävien piirrosmerkkien on oltava standardien mukaisia. Jos piirrettävälle objektille ei ole sopivaa piirrosmerkkiä, voidaan käyttää merkinä S00059 (kohde, neliö), S00060 (kohde, suorakaide), tai S00061 (kohde, ympyrä). Tarvittaessa voidaan myös johtaa uusi piirrosmerkki standardeihin pohjautuen. [13.]



Kuva 12. Tasasähkömoottorin piirrosmerkin korvaaminen perusmerkillä S00060. [13.]

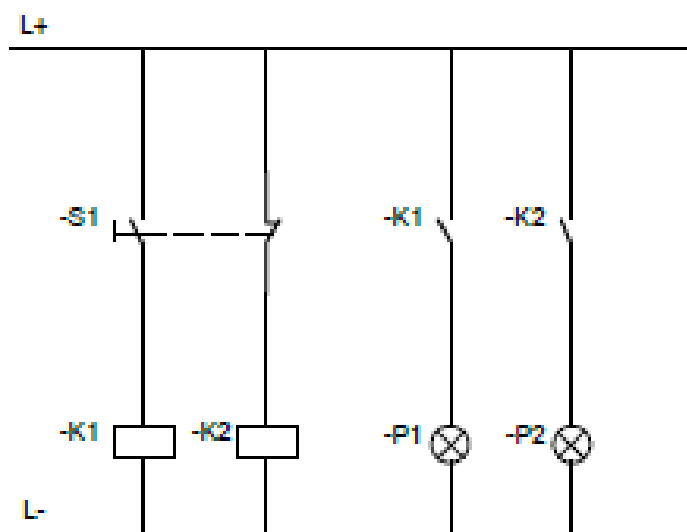
#### 4.4 Piirikaavioiden esitystavat

Piirikaaviot voidaan piirtää käyttäen vapaata, koottua tai sidottua esitystapaa. Näistä yleisimmin käytetty on vapaa esitystapa, koska useimmin piirikaaviot ovat sen verran laajoja, ettei niitä ole järkevää esittää muilla esitystavoilla.

#### 4.4.1 Vapaa esitystapa

Vapaalla esitystavalla piirrettäessä laitteiden ja komponenttien eri osat voidaan esittää erillään siten, että ne ovat järkevästi sijoiteltuina ja kuvan luettavuus on helppoa ja suoraviivaista. Esimerkiksi ohjauspiirissä voidaan kontaktorin kela esittää erillään apukoskettimista (kuva 13). Vapaata esitystapaa käytettäessä tulee jokaisen komponentin kohdalla näkyä viitetunnus, jotta pystytään osoittamaan piirrosmerkkien välinen suhde. Esimerkiksi jos kontaktorin K1 apukosketin näytetään ohjauspiirissä, apukoskettimen vieressä tulee näkyä viittaus kontaktoriin K1.

Kosketinpiirrosmerkit kuten kontaktorien ja releiden koskettimet tulisi sijoittaa piirustukseen yhdenmukaisesti. Jos piirissä on paljon koskettimia, vapaata esitystapaa käytettäessä piirrosmerkit sijoitetaan kuitenkin välttämättä viivojen ylimääräisiä risteilyjä, vaikka kuvan yhdenmukaisuus tästä kärsisi. [5, s. 140–141.]



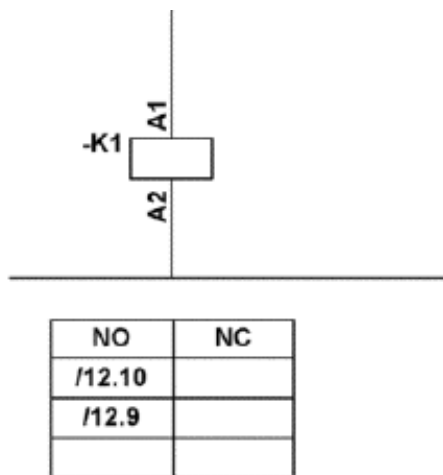
Kuva 13. Piirikaavion vapaa esitystapa. [10, s. 56.]

Vaikka käytettäisiin vapaata esitystapaa, tulisi silti jossain piirustuksen kohdassa näkyä komponentti kootulla esitystavalla piirrettynä. Tämä helpottaa huomattavasti piirikaavion lukemista. Kontaktorien koskettimista on esitettävä

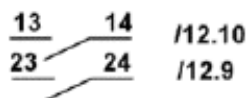
viitetaulukko (kuva 14), jossa näkyy koskettimien numerot sekä koordinaatti missä kyseinen kosketin sijaitsee. [5, s. 140–141.]

Kuvassa 14 olevassa viitetaulukossa nähdään, että kontaktorilla K1 on kaksi sulkeutuvaa kosketinta ja näiden koordinaatit. Koordinaatit esitetään piirikaaviolehdien raamien reunoilla näkyvien numeroiden ja kirjainten avulla. Yleensä Suomessa käytettävien raamien kirjaimet ovat pystyakselilla ja numerot vaak akselilla. Monilehtisessä piirikaaviossa esitetään ennen koordinaatteja lehden numero, josta laite löytyy.

Esimerkiksi koordinaatti 09/A11 tarkoittaa, että laite löytyy lehdeltä 9 ja sijaitsee pystysuunnassa A-sarakkeessa ja vaakasuunnassa 11-sarakkeessa.



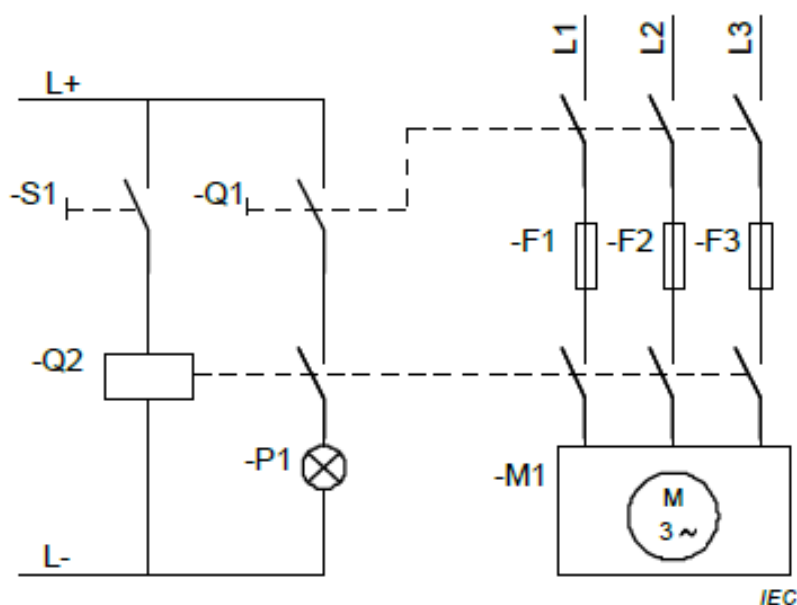
Vaihtoehtoinen esitystapa



Kuva 14. Viitetaulukko, jossa esitetty kontaktorin K1 koskettimet sekä niiden sijainti. [10, s. 59.]

#### 4.4.2 Koottu esitystapa

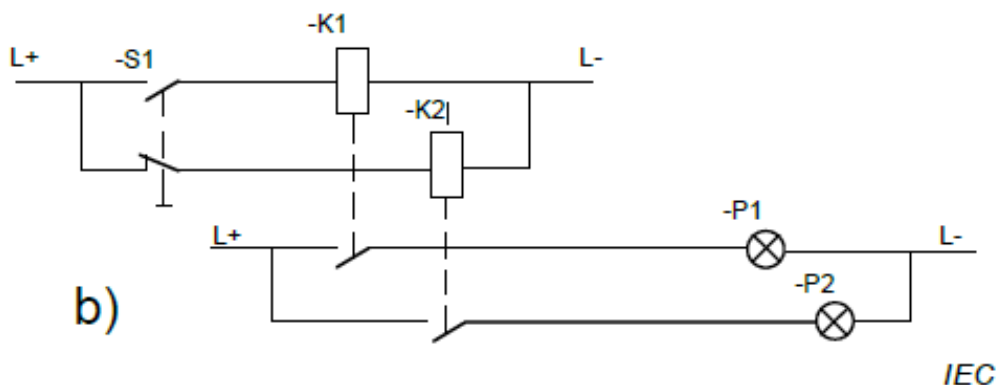
Kootulla esitystavalla (kuva 15) piirrettäessä komponenttien eri osat sijoitetaan vierekkäin tai mahdollisimman lähelle toisiaan. Komponenttien osien välinen mekaaninen yhteys voidaan esittää käyttämällä katkoviivaa tai kaksoisviivaa. Koottua esitystapaa tulisi käyttää vain suppeiden piirien esittämiseen, jotta voidaan välttyä sekavalta kuvalta. Jos piiri on yhtään laajempi kuin kootulla esitystavalla on järkevää esittää, käytetään vapaata esitystapaa. [5, s. 140–141.]



Kuva 15. Piirikaavion koottu esitystapa. [10, s. 57.]

#### 4.4.3 Sidottu esitystapa

Sidottua esitystapaa (kuva 35) käytettäessä tietyn komponentin eri osia ei välttämättä piirretä vierekkäin tai lähelle toisiaan. Sen sijaan osien sijoittelu on vapaampaa kuin kootussa esitystavassa, mutta komponenttien osat yhdistetään toisiinsa sideviivalla, joka piirretään katkoviivana. Sidottu esitystapa on suoraviivaisempi kuin koottu esitystapa, joten sitä on yleensä helpompi tulkita. [5, s. 140–141.]



Kuva 16. Piirikaavion sidottu esitystapa. [10, s. 56.]

## 5 Standardit

Vuonna 1908 perustettiin kansainvälinen sähköalan standardisoimisjärjestö IEC. Järjestöön kuuluu suurin osa maailman valtioista. IEC:n tarkoitus on yhdenmukaistaa sähköteknisten piirustusten ja dokumentoinnin käytäntöjä, että esimerkiksi suomalainen asentaja pystyy ymmärtämään saksassa tehtyä piirustusta, vaikka ei osaisi saksan kieltä. [2, s. 5.]

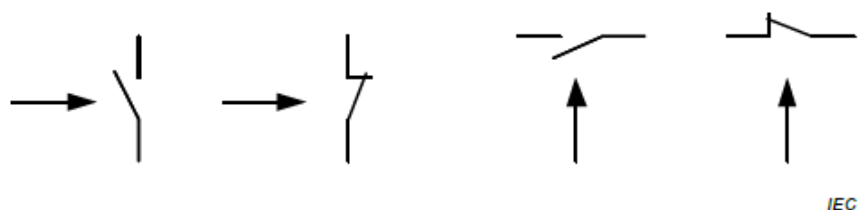
Euroopan valtioilla on oma standardisoimisjärjestö CENELEC maanosan sisäistä standardisointia varten, joka pyrkii yhdenmukaistamaan Euroopan maiden kansallisia sähköalan standardeja. Suomessa kansallista standardisointia hoitaa Suomen Standardisoimisliitto, joka julkaisee ja ylläpitää SFS-standardeja. Sähköteknisissä asioissa liiton kanssa toimii SESKO, jonka piirissä standardit käytännössä laaditaan. Liitto toimii käytännössä vain standardien virallisena julkaisu- ja myyntikanavana. [2, s. 6.]

Piirikaaviot ovat melko suppeasti standardisoitu. Standardissa SFS-EN 61082-1 kuitenkin käsitellään piirikaavioiden yleisiä sääntöjä ja ohjeita sekä kerrotaan esimerkiksi erilaisista esitystavoista sekä piirrosmerkkeihin liittyvistä



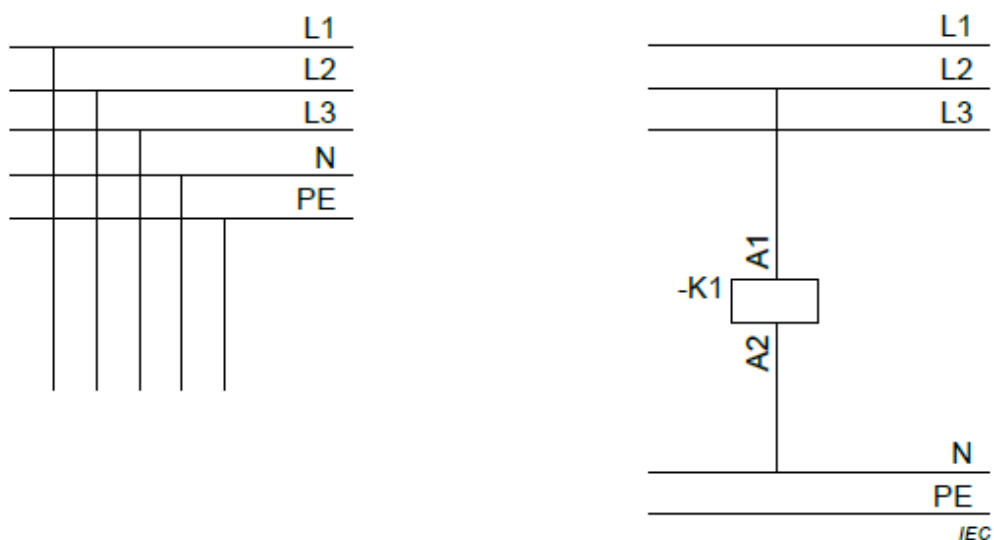
vaatimuksista. Tässä työssä käytetyt lähteet pohjautuvat kuitenkin jokainen jollain tavalla standardiin.

Kosketinpiirrosmerkkien asento tulisi esittää johdonmukaisesti siten, että esim. pystysuorilla koskettimilla liike on oikealle ja vaakasuorilla ylös, kuten kuvassa 17 nähdään.



Kuva 17. Kosketinpiirrosmerkkien johdonmukainen esitys. [10, s. 63.]

Syöttöpiirit tulee esittää vaihtosähköpiireissä järjestyksessä L1, L2, L3, N, PE ylhäältä alas tai vasemmalta oikealle kuten kuvassa 18.



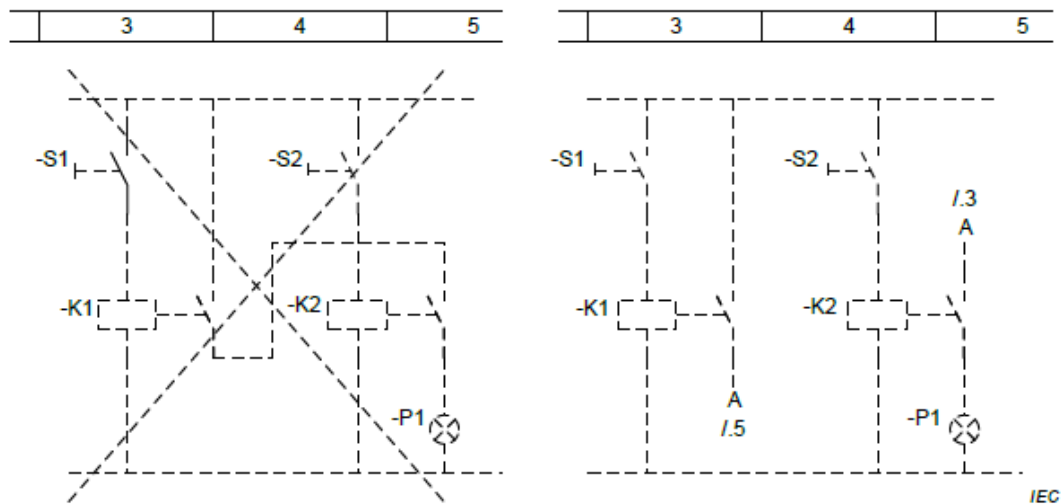
Kuva 18. Syöttöpiirien esitys. [10, s. 63.]

## 6 Piirikaavioiden luominen

### 6.1 Piirikaavioiden piirtämisen perusteita

Piirikaavioiden luominen alkaa tarkastelemalla keskuksen pääkaavion ohjattuja lähtöjä. Piirikaavion tekijän täytyy tietää, miten jokaista lähtöä on tarkoitus ohjata. Jos lähtöjen ohjaustapa ei selviä pääkaaviosta, asia täytyy varmistaa henkilöltä, joka on pääkaavion tehnyt. Useimmin pääkaaviosta kuitenkin selviää riittävässä laajuudessa lähtöjen ohjaustavat.

Piirikaavioita tehdessä tulee ottaa huomioon komponenttien järkevä ja johdonmukainen sijoittelu piirustukseen. Piirin viivat piirretään suorina, mikä on nykypäivän ohjelmistoilla varsin yksinkertaista. Lisäksi vältetään viivojen risteilyä sekä turhia mutkia (kuva 19). Mikäli on mahdollista, piirit esitetään siten, että toimintajärjestys ja signaalin etenemissuunta on yhdenmukainen muiden vastaavien osien kanssa. Kaaviot on esitettävä myös siten, että toimintajärjestys ja signaalin kulkusuunta on vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas, näin kaavio on helpompi ymmärtää.



Kuva 19. Esimerkki turhien risteämien välttämisestä. Vasemmalla puolella turhia risteämiä ja oikealla puolella risteämät vältetty. [10, s. 39.]

Releet ja kontaktorit esitetään jännitteettömässä tilassa. Kuormakytkimet ja katkaisijat esitetään auki-asennossa, nokkakytkimet ja muut moniasentoiset kytkimet esitetään 0-asennossa, mikäli mahdollista. Jos kytkimellä ei ole 0-asentoa, esitetään kytkin vastapäivään olevassa ääriasennossa. [10, s. 61.]

## 6.2 MagiCAD-ohjelmisto

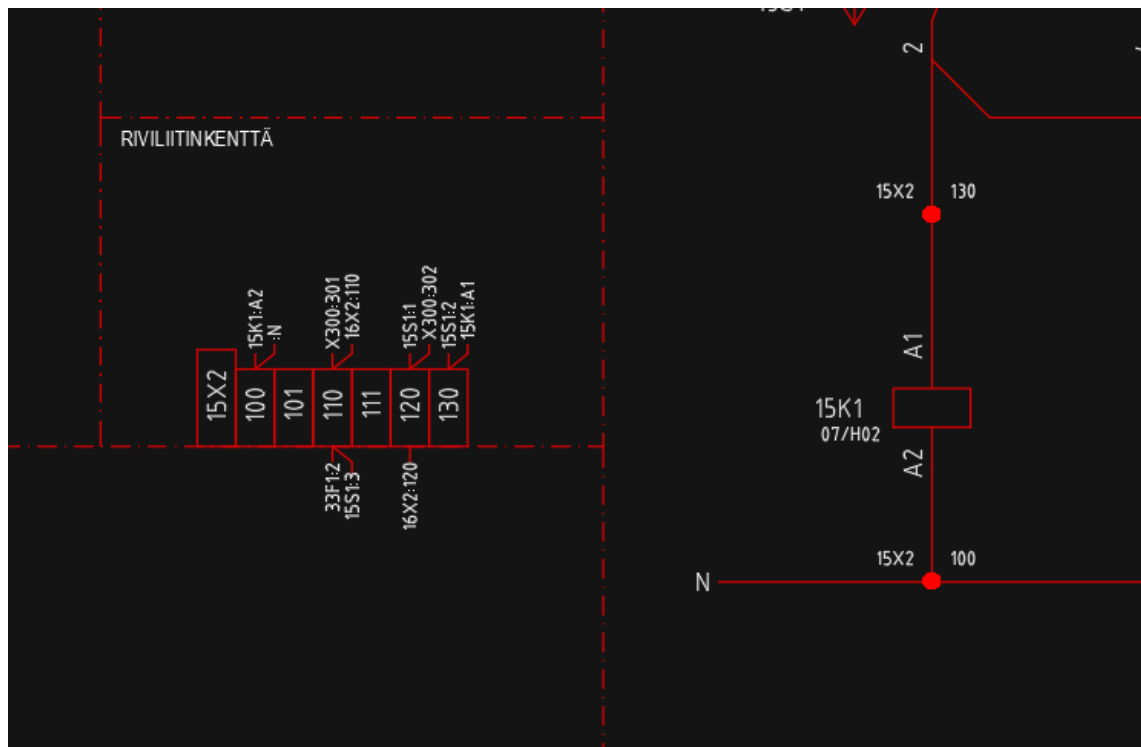
MagiCAD-ohjelmisto on suomalaisen MagiCAD Groupin kehittämä talotekniikan BIM-ohjelmisto.

MagiCAD Circuit Designer on Autocad-ohjelmistoon saatavilla oleva lisäosa, jolla pystytään tekemään älykkäitä piirikaavioita. Ohjelma sisältää standardien mukaiset piirrosmerkit, mutta ohjelmalla voidaan myös tehdä omia piirrosmerkkejä. [11.]

MagiCAD Circuit Designerilla on hyvät ominaisuudet myös sivujen hallintaan sekä tulostamiseen. Ohjelmalla saadaan hyödynnettyä älykkäitä objekteja, joiden avulla esimerkiksi piirikaavion viitetekstit saadaan luotua ja linkitettyä automaattisesti. Johdot voidaan myös piirtää älykkäinä, jolloin esimerkiksi riviliittinten väliset linkitykset ja viitetekstit tulevat näkyviin. [11.]

Ohjelmisto mahdollistaa älykkään pää- ja ohjauspiirikaavion piirtämisen käyttäjän valitsemassa järjestyksessä. Esimerkiksi riviliittimet voidaan piirtää ensin ohjauspiirin puolelle ja lopuksi luoda pääpiirin puolelle riviliittinrima ”keräämällä” pisteet yhteen, tai toisin päin.

Kuvassa 20 nähdään riviliittimet sekä niihin liitetyt viitetekstit. Viitetekstissä lukee tarkalleen, mihin riviliittimeen tai kytkentäpisteeseen kyseiseltä riviliittimeltä on yhteys, eli toisin sanottuna keskusvalmistaja näkee suoraan, mistä mihin kytkee johtimen.



Kuva 20. Riviliitinten viitetekstit.

MagiCAD Switchboard Schematics on sähkökeskusten pääkaavioiden luomiseen tarkoitettu ohjelmisto. Kuten Circuit Designerissa, Schematics-lisäosa sisältää standardien mukaiset piirrosmerkit pääkaavioihin ja omia piirrosmerkkejä pystyy luomaan. Switchboard Schematicsilla pystytään linkittämään tasokuvassa olevat lähdöt, joten jos tietoja muokataan pääkaaviossa tai tasokuvassa, ne saadaan päivitettyä näkymään myös toisessa.

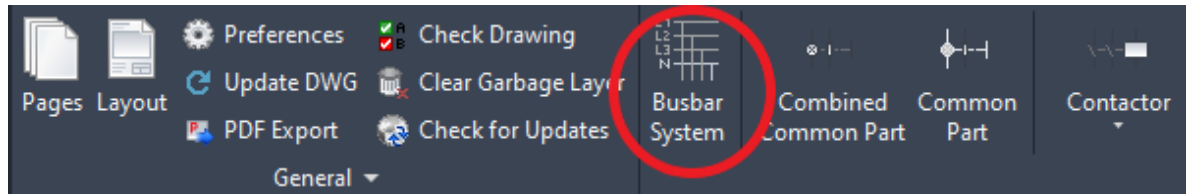
### 6.3 Piirikaavioiden luominen MagiCADilla

Tässä luvussa käsitellään yksinkertaisempia MagiCAD Circuit Designerin piirikaaviotoimintoja.

#### 6.3.1 Piirikaavion aloitustoiminnot

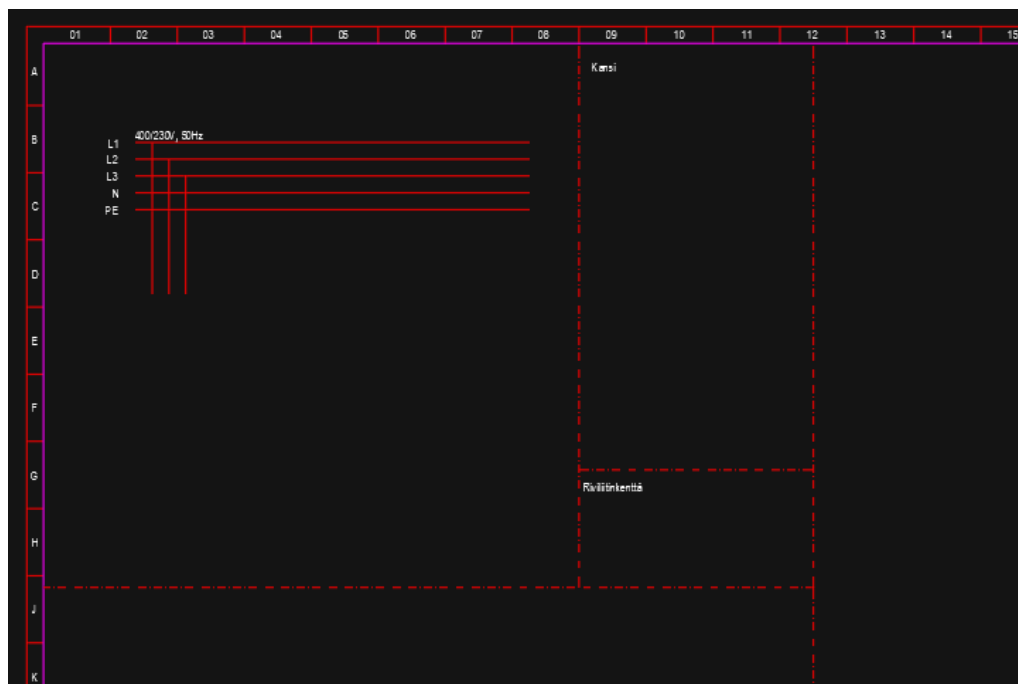
Piirikaavion tekeminen aloitetaan luomalla uusi dwg-kuva, jossa on Circuit Designer piirustusraami. Ilman piirustusraamia kuvan piirtoa ei voida aloittaa. Jos

kuva lähdetään luomaan tyhjästä, valitaan ”busbar system” valikon kautta haluttu syöttö (kuva 21). Käytetään esimerkkinä yksinkertaista VAK-ohjattua valaistusryhmää.



Kuva 21. Circuit Designer työkaluvalikko

Kun syöttökiskot on valittu, saadaan samasta valikosta luotua apuviivat, joilla saadaan eroteltua pää- ja ohjauspiirit, riviliitinkenttä ja kansi (kuva 22).

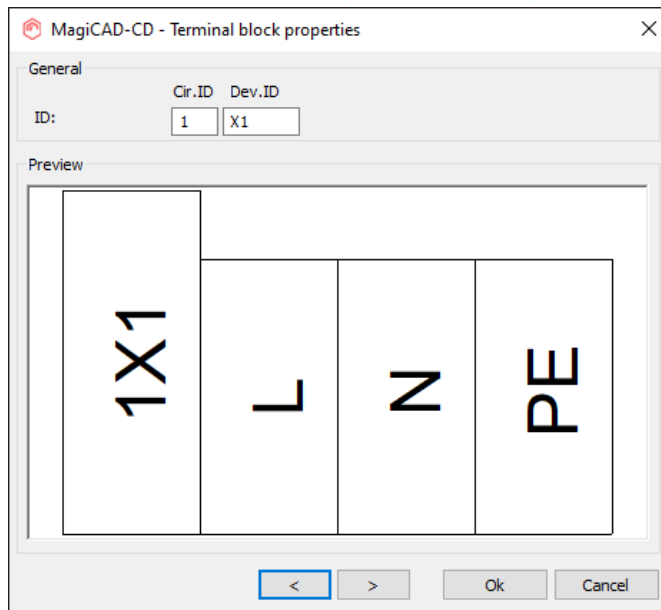


Kuva 22. Syöttökiskot ja apuviivat piirikaaviossa.

### 6.3.2 Komponenttien lisäys pääpiirikaavioon

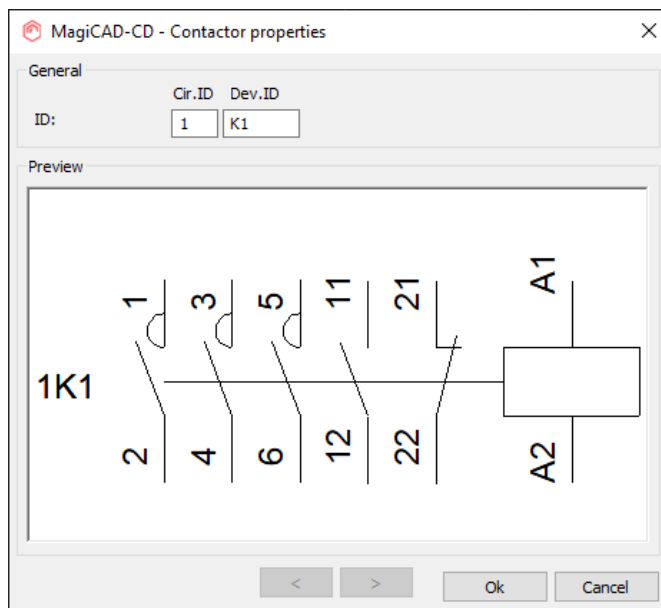
Riviliittimet luodaan työkalurivin ”terminal block” kautta. Aluksi valitaan riviliittimien lukumäärä ja tämän jälkeen riviliittinrimastolle sekä riviliittimille annetaan

tunnukset. Riviliittimet voidaan myös sijoittaa ensin ohjauspiirin puolelle, josta ne voidaan "keräillä" yhdeksi riviliitinrimaksi, joka sijoitetaan pääpiirin puolelle.



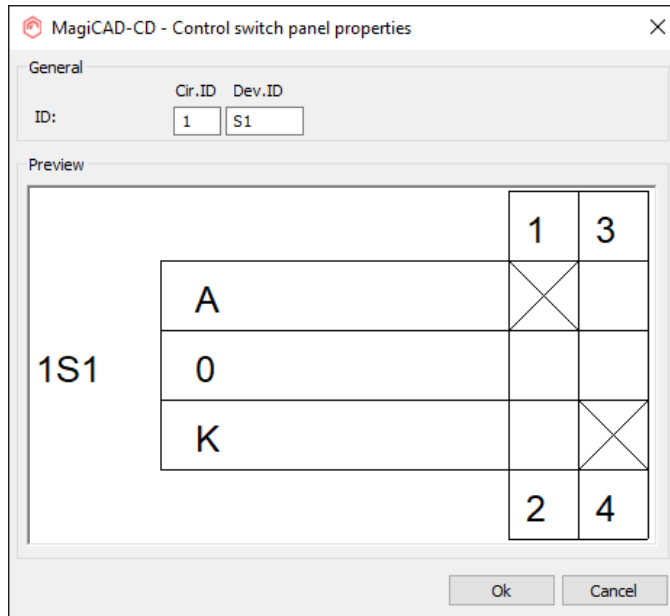
Kuva 23. Riviliittimen luonti "terminal block"-ikkunassa.

Kontaktorin luominen tapahtuu "contactor"-valikon kautta (kuva 24). Kontaktorin pää- ja apukoskettimien määrä valitaan, sekä kontaktorille annetaan tunnus.



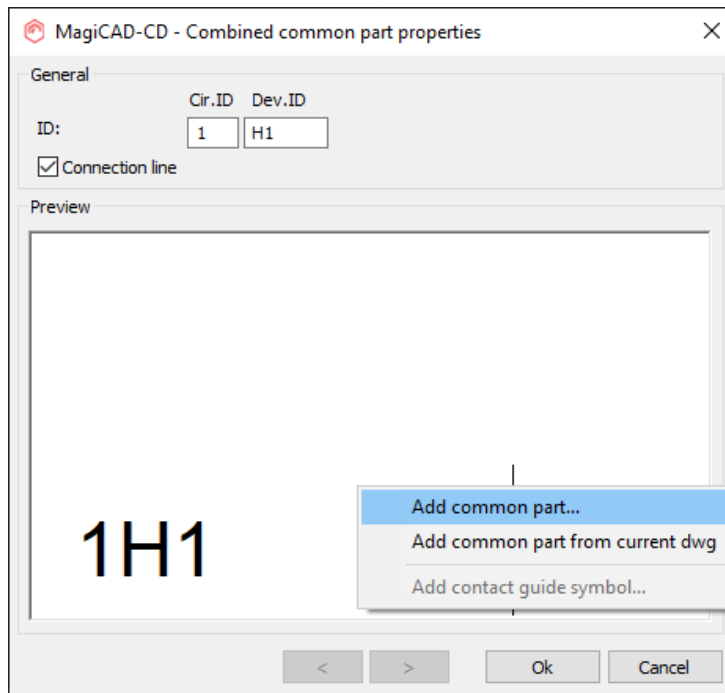
Kuva 24. Kontaktorin luonti "contactor"-ikkunassa.

Nokkakytkintä luodessa pääpiirikaavion puolella esitetään kytkimen toimintataulukko (kuva 25). Toimintataulukko luodaan ”control switch panelin” kautta. Siinä valitaan kytkimen asentojen sekä koskettimien lukumäärä. Taulukkoon merkitään rastilla, mikä kosketinväli on missäkin asennossa kiinni.



Kuva 25. Kytkimen toimintataulukon luonti ”control switch panel” -toiminnolla.

Merkkilamppu voidaan luoda ”combined common partin” kautta (kuva 26). Hii-  
ren oikealla klikataan aluetta, jolloin listasta voidaan lisätä LED-symboli.

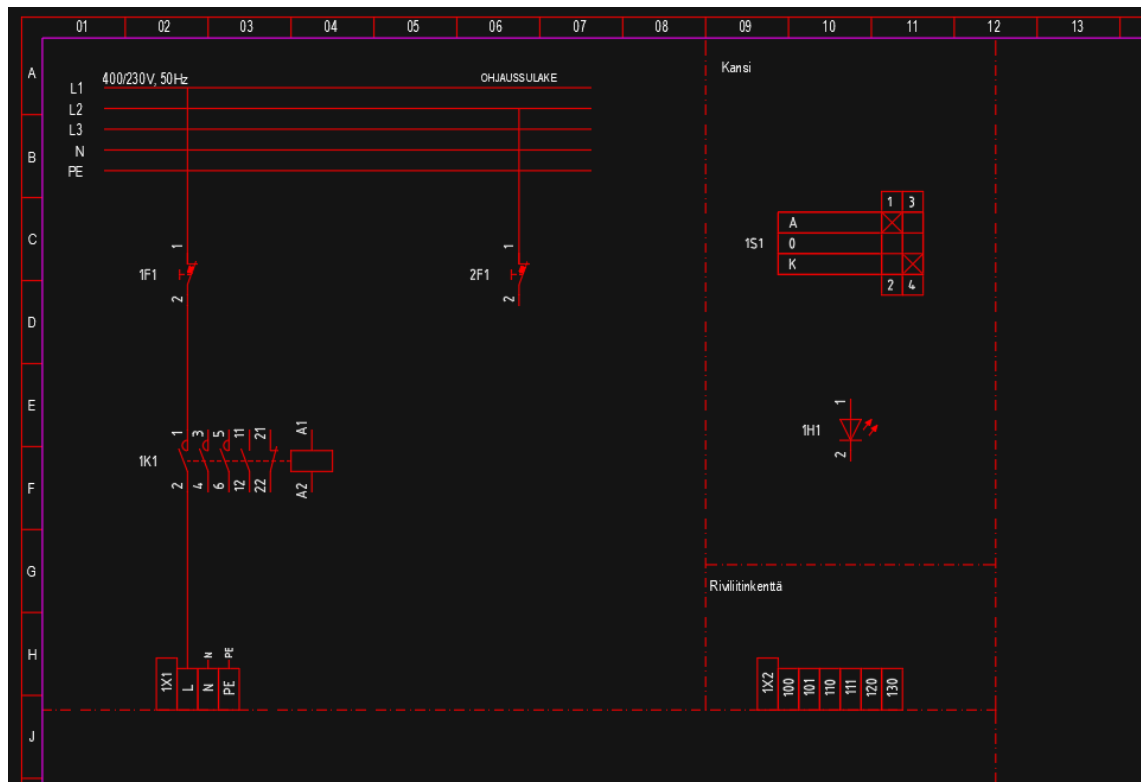


Kuva 26. Merkkilampun luonti ”combined common part”-toiminnolla.

Kun komponentit on sijoitettu pääpiirikaavion puolelle, voidaan piirtää johtimet kuten kuvassa 27 on esitetty. Johtimet voidaan piirtää ilman älyä esimerkiksi piirtämällä perinteisiä viivoja, mutta jos niihin halutaan äly mukaan, ne piirretään käyttäen ”conductor”-toimintoa. Älyllä tarkoitetaan tämän pääluvun tapauksessa sitä, että viitetekstit ja muut linkitykset tulevat automaattisesti näkyviin. Conductor-valikossa on kaksi eri vaihtoehtoa johdinten piirtoon, connecting conductor ja conductor. Ainoa ero näiden kahden välillä on se, että connecting



conductorilla piirrettäessä voidaan lisätä automaattisesti riviliittimiä tai liitoksia, kun johdin piirretään toiseen älykkäänä piirrettyyn johtimeen.



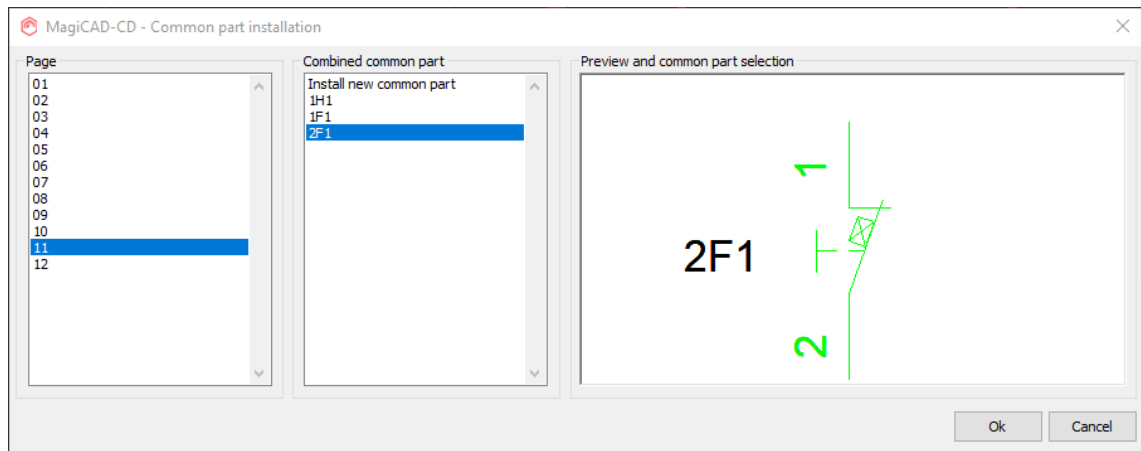
Kuva 27. Komponentit pääpiirikaaviossa.

”Combined common part”-toiminto on tärkeä, kun halutaan tehdä piirikaavioita älykkäinä. Sillä saadaan luotua emo-objektit, jotta ohjauspiirin puolella linkitys on helpompaa.

### 6.3.3 Komponenttien lisäys ohjauspiirikaavioon

Ohjauspiirin puolelle lisätään komponentit ”common part”-valikon kautta. Tällöin saadaan viittaukset ja linkitykset kuntoon. Kuvassa 28 lisätään ohjauspiirin puolelle ohjaussulake 2F1. Valitaan sivu, missä komponentti sijaitsee ja valitaan oikea komponentti. Kun ohjaussulake on tehty ”combined common part”-toiminnolla, se löytyy listasta. Komponentti saadaan tuotua ohjauspuolelle klikkaamalla sitä, jolloin se muuttuu vihreäksi ja painetaan ok.

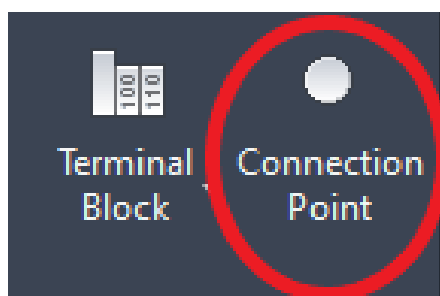
Komponentteja voidaan lisätä myös ilman emo-objektia ”common parts”-toiminnon kautta valitsemalla ”install new common part”.



Kuva 28. ”Common part”-toiminto.

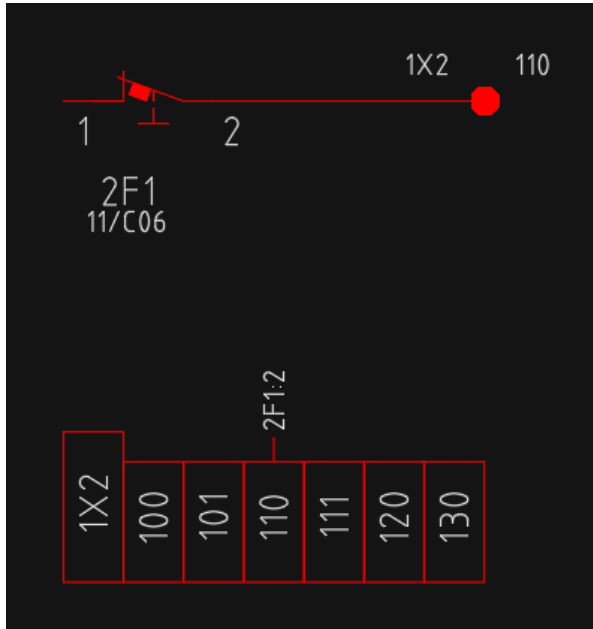
Kontaktorin apukoskettimien tuonti ohjauspiirikaavion puolelle tapahtuu ”contact/relay”-toiminnolla. Toiminto on hyvin samankaltainen edellä mainitun ”common part”-toiminnon kanssa. Kontaktori toimii emo-objektina ja valikosta valitaan haluttu kontaktorin apukosketin ja sijoitetaan se kaavioon.

Riviliittimet lisätään ohjauspuolelle käyttämällä ”connection point”-toimintoa (kuva 29).



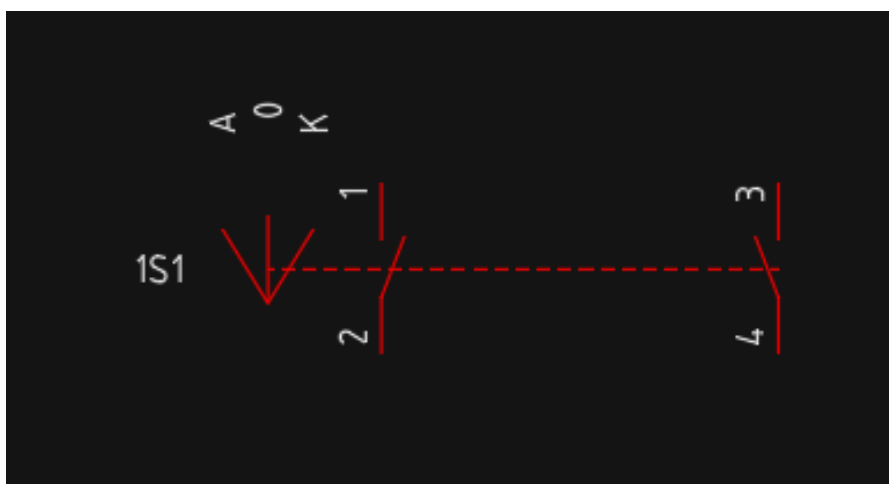
Kuva 29. ”Connection point”-toiminto työkalurivissä.

Kun ohjauspiirikaavion puolella piirretään johtimet "conductor"-toiminnolla, saadaan riviliittimiin ja muihin komponentteihin linkitettyä viitetekstit (riviliittimet siirretty hetkellisesti ohjauspuolelle kuvassa 30, jotta linkityksen näkee).



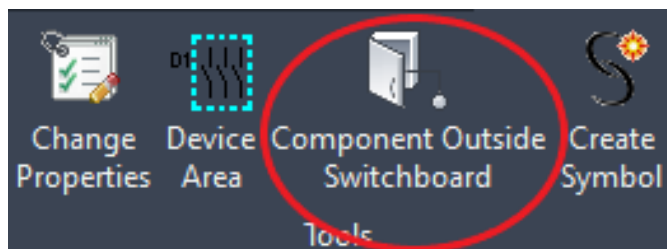
Kuva 30. Riviliittimen viiteteksti ohjauspiirikaaviossa.

Nokkakytkin saadaan lisättyä käyttämällä "switch"-toimintoa (kuva 31) ja sen koskettimia voidaan siirrellä haluttuun paikkaan.



Kuva 31. Nokkakytkimen koskettimet piirikaaviossa.

Seuraavaksi lisätään valvonta-alakeskuksen potentiaalivapaa kosketin ohjauspiiriin. Se voidaan lisätä käyttämällä ”component outside switchboard”-toimintoa, jolloin laite tulee esitettyä keskuksen ulkopuolella katkoviivoin ja lisäksi saadaan komponenttiin tarvittaessa äly.

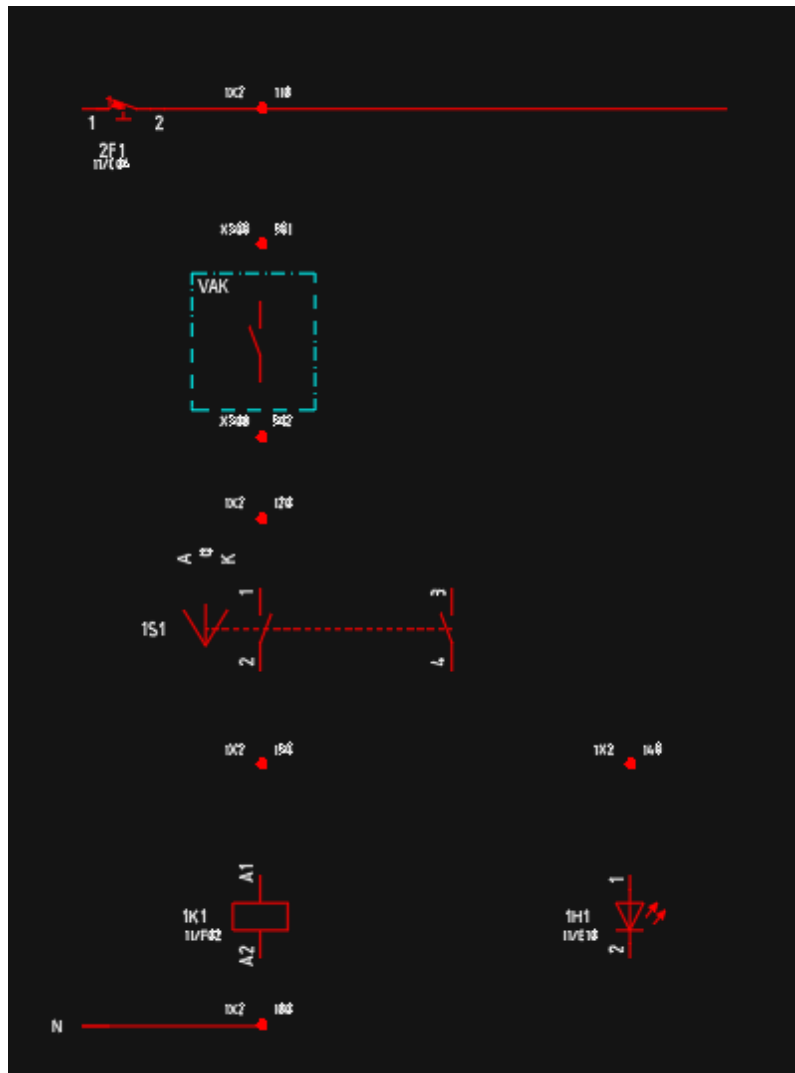


Kuva 32. ”Component outside switchboard”-toiminto työkalupalkissa.

Edellä mainittujen toimintojen jälkeen ohjauspiirikaavio näyttää tältä (kuva 33). VAK-”laatikon” sisään lisättiin kosketin ”common parts”-toiminnon kautta. Koskettimeen ei tässä tilanteessa tarvita älyä. Keskuksen ja valvonta-alakeskuksen väliset kaapelit sekä näiden riviliittimet esitetään yleensä omalla sivulla. Näin ollen niitä on helpompi hallita, jos kaapelina on esim. MMO. Ohjauksien riviliittimille käytetään yleensä tunnusta X300 ja indikoinneille X400.

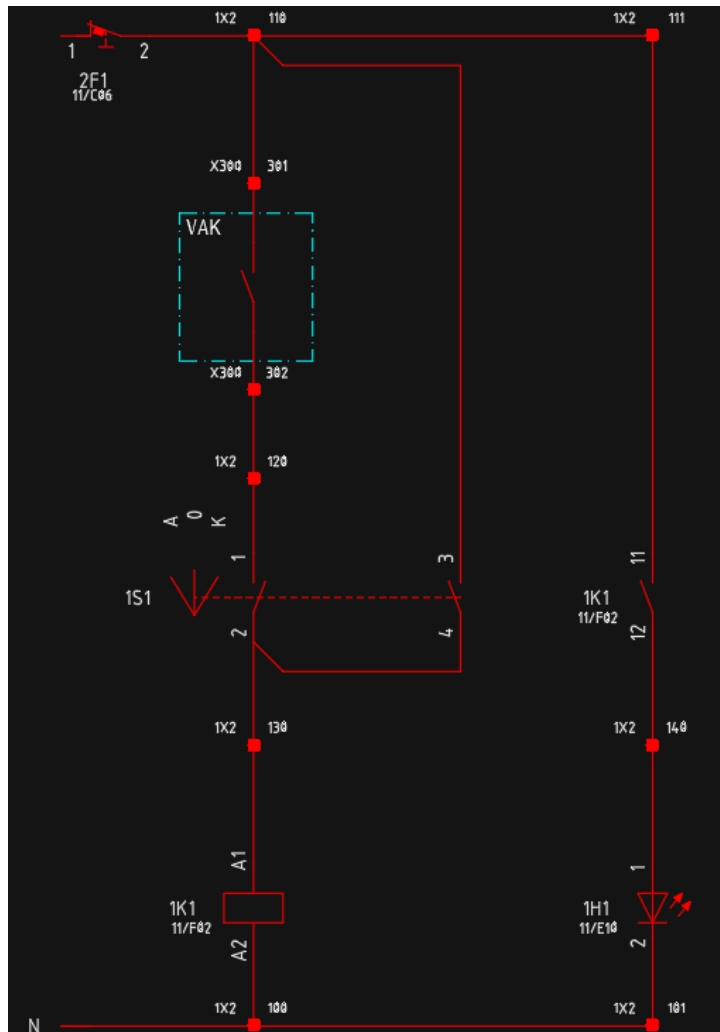
Tässä esimerkissä kuitenkin voidaan olettaa, että VAK:n ja keskuksen väliin on vedetty MMJ-HF 2x1,5N. VAK-kaapelille voi esittää omat riviliittimet piirikaavion samalla sivulla. Kontaktori 1K1 lisätään ”contact/relay”-valikon kautta ja merkkilamppu tuttuun tapaan ”common parts”-valikosta.

Riviliittimet numeroidaan yleensä siten, että yläreunan liittimet ovat 110, 111, 112 jne. alareunan eli nollan liittimet ovat 100, 101, 102 jne. ja väliin jäävät sekalaiset riviliittimet ovat 120, 130, 140 jne.



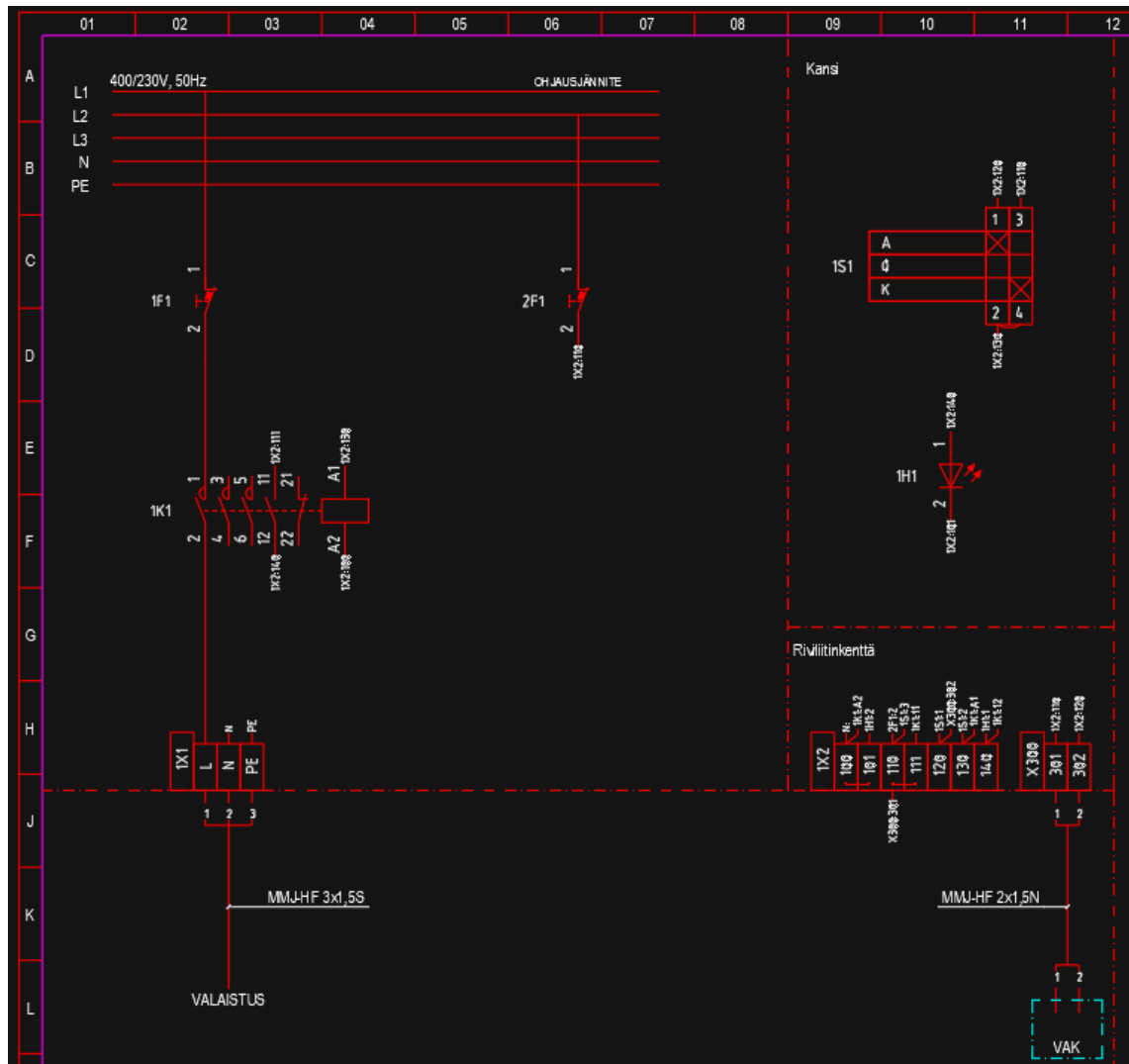
Kuva 33. Komponentit ohjauspiirikaaviossa.

Piirikaavioon lisätään vielä kontaktorin 1K1 apukosketin merkkilampulle, jotta merkkilamppu syttyy, kun kontaktori vetää eli menee lepotilasta toimintatilaan. Komponenttien lisäämisen jälkeen ohjauspiirikaavioon voidaan piirtää johtimet (kuva 34). Johtimet piirretään jälleen ”conductor” toiminnolla, jotta linkitykset tulevat kuntoon. Tässä vaiheessa piirikaavion tekijän täytyy viimeistään kiinnittää huomiota, että piiri tulee toimimaan oikein.



Kuva 34. Johdotettu ohjauspiirikaavio.

Ohjauspiirikaavion johdotuksien jälkeen pääpiirikaavion puolelle ilmestyvät linkityksien viitetekstit (kuva 35). Piirikaavioon lisätään myös kentälle lähtevät kaapelit "control cable symbol"-toiminnolla. Tekstit ja kaapeliviittaukset lisätään "text"-toiminnolla. Lisäksi kaaviossa esitetään aikaisemmin mainittu kaapeli MMJ-HF 2x1,5N ryhmäkeskuksen ja VAKin välillä.



Kuva 35. Valmis pääpiirikaavio.

Lopuksi tarkastetaan piirikaavio läpi. Erityistä huomiota täytyy kiinnittää siihen, ovatko kaikki johtimet ehjiä. Jos johdin on poikki jostain kohdasta, linkitys ei toimi kyseisellä välillä. Kun piirikaavio on tarkastettu ja todettu sen olevan kunnossa, se voidaan tulostaa käyttäen ”PDF-Export”-toimintoa. Liitteessä 3 on kyseinen esimerkki piirikaavio tulostettuna.

## 6.4 Esimerkkiipiirikaavioita

### 6.4.1 Ohjattu valaistuslähtö

Liitteessä 1 on esitetty yksinkertainen valaistuksen ohjauksen piirikaavio, joka on peräisin kirjasta ST-Esimerkit 4. Kyseistä valaistusryhmää ohjataan automaattiasennossa päälle liiketunnistimella ja VAK-ohjauksella siten, että jos liikeilmaisoin havaitsee liikettä, päästöhidasteinen aikarele K11 pitää määritellyn ajan valot päällä. Toisaalta piiri voidaan ohjata päälle myös valvonta-alakeskuksesta, viemällä ohjausjännite tämän potentiaalivapaalle kärjelle. Valvonta-alakeskuksesta ryhmää voidaan ohjata esimerkiksi aikaohjauksella.

Pääpiirikaavion puolella on esitetty käytetyt kontaktorit, releet, johdonsuojakatkaisijat sekä riviliittimet. Nokkakytkin sekä merkkilamppu on esitetty asennettavan keskuksen kanteen. Pääpiirin puolella ovat myös valaistusryhmän 3-vaihesyöttökaapeli, liiketunnistimille menevä kaapeli sekä valvonta-alakeskukselle menevä ohjauskaapeli.

### 6.4.2 Ohjattu moottorilähtö

Liitteessä 2 on esitetty eräästä projektista lainattu tuloilmakojeen moottorilähdön piirikaavio. Moottoria ohjataan suoraan VAKista, ja sille on ryhmäkeskuksessa käyttökytkin, jolla laitteen saa ohjattua käsin päälle ja pois.

Koska kyseessä ei ole EC-moottori, lähtöön pitää lisätä lämpörele. Kun lämpöreleen läpi kulkeva virta kasvaa aseteltuun virta-arvoon se vetää, jolloin ennen kontaktorin 2K1 kelaava lämpöreleen avautuva kosketin aukeaa ja piiri kytkeytyy pois päältä. Lämpörele palautetaan jäähtymisen jälkeen lepotilaansa kuittauspainikkeella. Kontaktorin 2K1 tilasta on esitetty indikointi VAKiin.



## 7 Yhteenveto

Tässä työssä perehdyttiin piirikaavioihin sekä käytiin läpi yleisimpiä komponentteja, joihin piirikaavioita luodessa saattaa törmätä. Lisäksi käytiin läpi erilaisia esitystapoja, joita piirikaavioita tehdessä voi käyttää. Tätä työtä tehdessä piirikaavioihin liittyvä osaaminen ja tietämys vahvistui. Samalla piirikaavioiden tekeminen helpottui osaltani syvennyttyäni aiheeseen.

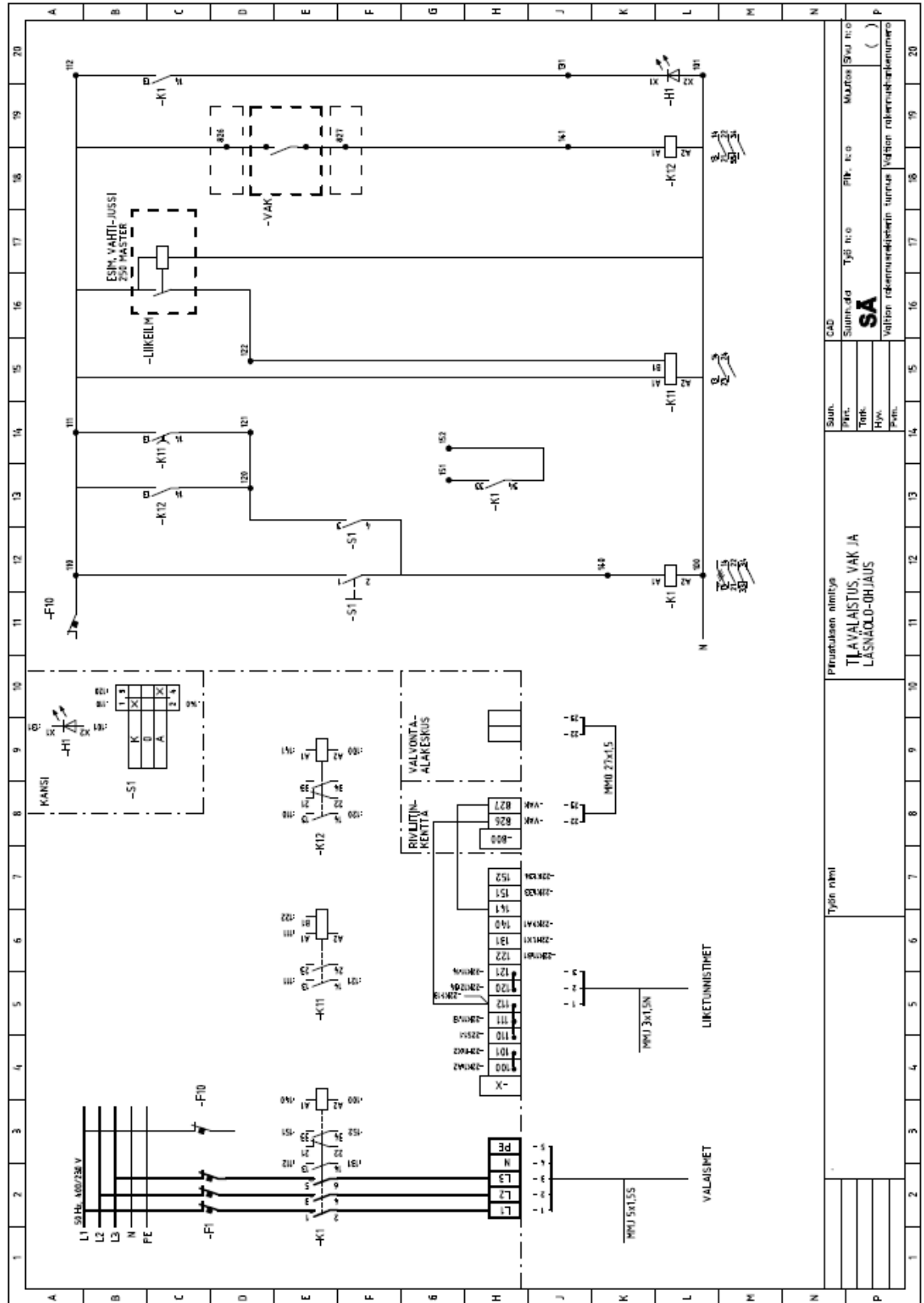
Työn tarkoituksena oli päivittää mallipiirikaaviot, joista osa oli jo todella vanhoja. Keskuksiin asennettavista laitteista, kuten DALI-ohjauslaitteista, tulee kuitenkin uusia versioita ja esimerkiksi niiden liitinten määrä saattaa muuttua. Siksi mallipiirikaaviot olisi hyvä pitää ajan tasalla.

Työn julkisessa osuudessa käytiin läpi yksinkertaisia piirtotoimintoja, joita MagiCAD Circuit Designerista löytyy. Yrityksen sisäiseen käyttöön kuitenkin luodaan tarkempi ohjeistus piirikaavioihin liittyen, johon on kerätty esimerkiksi vinkkejä ongelmista, joita saattaa piirikaavioita tehdessä kohdata.

## Lähteet

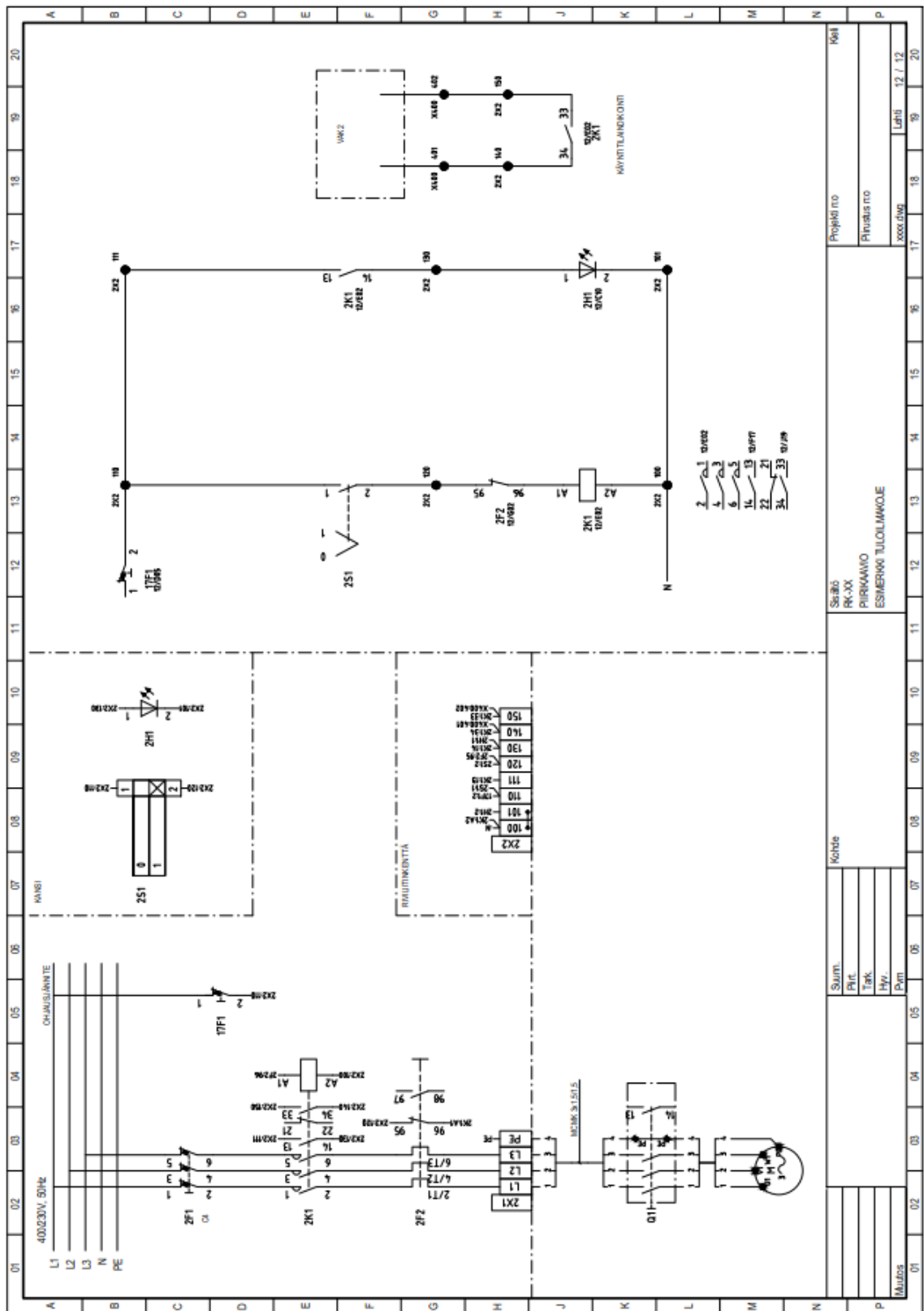
- 1 Rejlers Finland Oy. 2021. Verkkoaineisto. <<https://www.rejlers.fi/Yritys>>. Luettu 15.10.2021.
- 2 Ruppia Erkki & Perkiö Tauno. 1996. Sähkötekeminen dokumentointi. Helsinki: Opetushallitus.
- 3 ST-Esimerkit 5 Esimerkkipiirustukset, asuintalo. 2005. Espoo: Sähköinfo Oy
- 4 Kymi-Strömberg Oy. 1984. Sähköpiirustusohjeet 4.2. Helsinki: Kymi-Strömberg Oy.
- 5 Ahoranta Jukka & Sanoma Pro Oy. 2013. Sähköasennustekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- 6 Sähköinfo Oy. ST-kortisto ST 13.50. 2015.
- 7 Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. Sähköalan standardi.
- 8 MagiCAD Group. 2022. Verkkoaineisto. <[https://www.magicad.com/fi/mc\\_software/magicad-circuit-designer/#ominaisuudet-autocadille](https://www.magicad.com/fi/mc_software/magicad-circuit-designer/#ominaisuudet-autocadille)>. Luettu 21.01.2022

### Esimerkki piirikaavio, valaistuksen ohjaus



Pituuskoodin nimitys		Suunn. CAD	
TIIVÄVALAISTUS, VAK JA LASNAUDO-ORJIAUS		Proj. SA	Työ n:o
Työn nimi		Proj. n:o	Maailman (Suur) n:o
Tyylin nimi		Proj. n:o	( )
Tyylin nro		Proj. n:o	Valtion rekisterinumeron tunnus
Tyylin nro		Proj. n:o	Valtion rekisterinumeron

# Esimerkkipiirikaavio, moottorilähtö

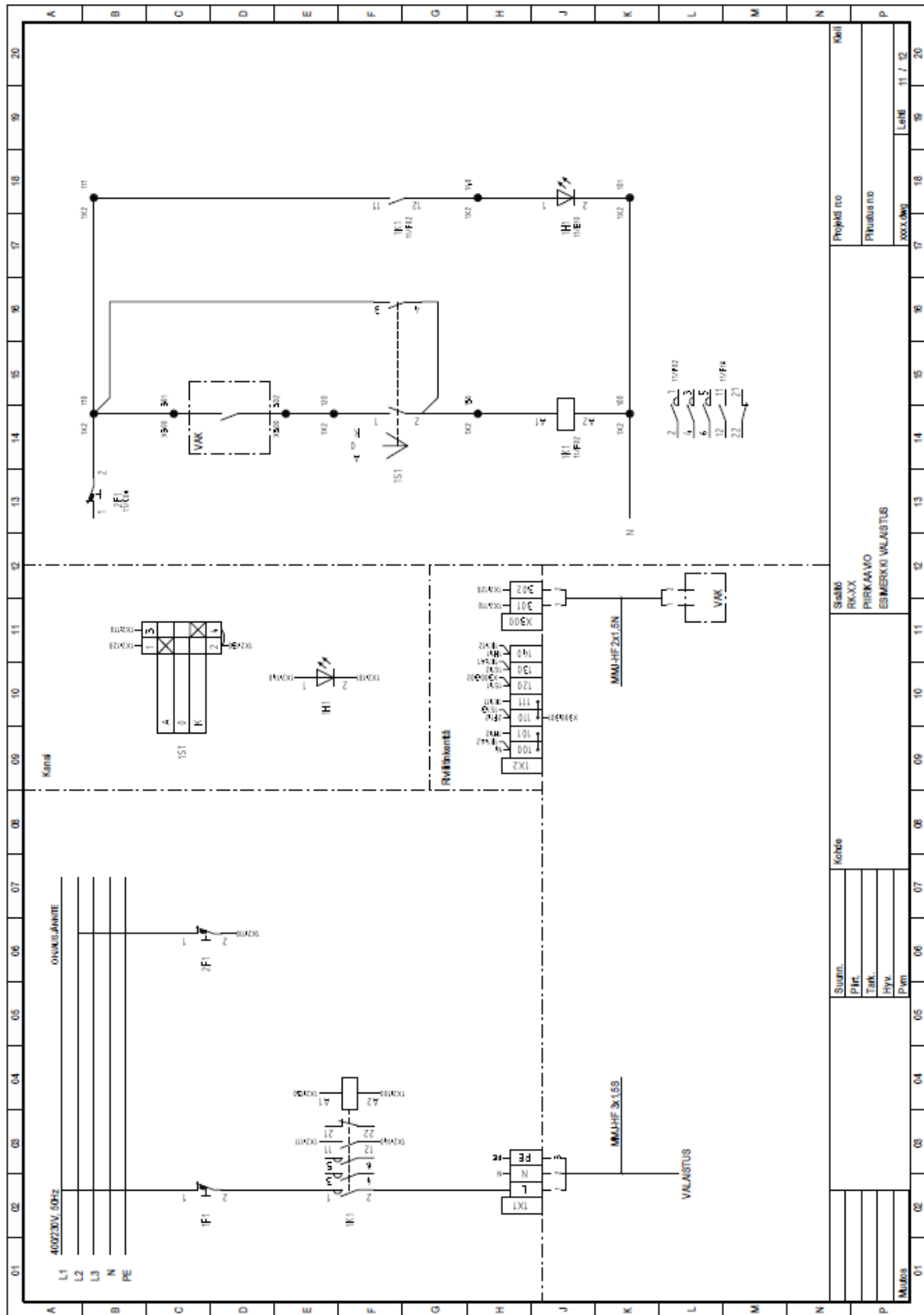


Projekti no	Kell
Piirustuksen no	
xxxx.dwg	12. / 12.
Sheet no	18
Sheet no	19
Sheet no	20
Sheet no	21
Sheet no	22
Sheet no	23
Sheet no	24
Sheet no	25
Sheet no	26
Sheet no	27
Sheet no	28
Sheet no	29
Sheet no	30
Sheet no	31
Sheet no	32
Sheet no	33
Sheet no	34
Sheet no	35
Sheet no	36
Sheet no	37
Sheet no	38
Sheet no	39
Sheet no	40
Sheet no	41
Sheet no	42
Sheet no	43
Sheet no	44
Sheet no	45
Sheet no	46
Sheet no	47
Sheet no	48
Sheet no	49
Sheet no	50
Sheet no	51
Sheet no	52
Sheet no	53
Sheet no	54
Sheet no	55
Sheet no	56
Sheet no	57
Sheet no	58
Sheet no	59
Sheet no	60
Sheet no	61
Sheet no	62
Sheet no	63
Sheet no	64
Sheet no	65
Sheet no	66
Sheet no	67
Sheet no	68
Sheet no	69
Sheet no	70
Sheet no	71
Sheet no	72
Sheet no	73
Sheet no	74
Sheet no	75
Sheet no	76
Sheet no	77
Sheet no	78
Sheet no	79
Sheet no	80
Sheet no	81
Sheet no	82
Sheet no	83
Sheet no	84
Sheet no	85
Sheet no	86
Sheet no	87
Sheet no	88
Sheet no	89
Sheet no	90
Sheet no	91
Sheet no	92
Sheet no	93
Sheet no	94
Sheet no	95
Sheet no	96
Sheet no	97
Sheet no	98
Sheet no	99
Sheet no	100
Sheet no	101
Sheet no	102
Sheet no	103
Sheet no	104
Sheet no	105
Sheet no	106
Sheet no	107
Sheet no	108
Sheet no	109
Sheet no	110
Sheet no	111
Sheet no	112
Sheet no	113
Sheet no	114
Sheet no	115
Sheet no	116
Sheet no	117
Sheet no	118
Sheet no	119
Sheet no	120
Sheet no	121
Sheet no	122
Sheet no	123
Sheet no	124
Sheet no	125
Sheet no	126
Sheet no	127
Sheet no	128
Sheet no	129
Sheet no	130
Sheet no	131
Sheet no	132
Sheet no	133
Sheet no	134
Sheet no	135
Sheet no	136
Sheet no	137
Sheet no	138
Sheet no	139
Sheet no	140
Sheet no	141
Sheet no	142
Sheet no	143
Sheet no	144
Sheet no	145
Sheet no	146
Sheet no	147
Sheet no	148
Sheet no	149
Sheet no	150
Sheet no	151
Sheet no	152
Sheet no	153
Sheet no	154
Sheet no	155
Sheet no	156
Sheet no	157
Sheet no	158
Sheet no	159
Sheet no	160
Sheet no	161
Sheet no	162
Sheet no	163
Sheet no	164
Sheet no	165
Sheet no	166
Sheet no	167
Sheet no	168
Sheet no	169
Sheet no	170
Sheet no	171
Sheet no	172
Sheet no	173
Sheet no	174
Sheet no	175
Sheet no	176
Sheet no	177
Sheet no	178
Sheet no	179
Sheet no	180
Sheet no	181
Sheet no	182
Sheet no	183
Sheet no	184
Sheet no	185
Sheet no	186
Sheet no	187
Sheet no	188
Sheet no	189
Sheet no	190
Sheet no	191
Sheet no	192
Sheet no	193
Sheet no	194
Sheet no	195
Sheet no	196
Sheet no	197
Sheet no	198
Sheet no	199
Sheet no	200

Summ.	Kohde
Piir.	
Tark.	
Hyv.	
Pvm	

Projekti no	Kell
Piirustuksen no	
xxxx.dwg	12. / 12.
Sheet no	18
Sheet no	19
Sheet no	20
Sheet no	21
Sheet no	22
Sheet no	23
Sheet no	24
Sheet no	25
Sheet no	26
Sheet no	27
Sheet no	28
Sheet no	29
Sheet no	30
Sheet no	31
Sheet no	32
Sheet no	33
Sheet no	34
Sheet no	35
Sheet no	36
Sheet no	37
Sheet no	38
Sheet no	39
Sheet no	40
Sheet no	41
Sheet no	42
Sheet no	43
Sheet no	44
Sheet no	45
Sheet no	46
Sheet no	47
Sheet no	48
Sheet no	49
Sheet no	50
Sheet no	51
Sheet no	52
Sheet no	53
Sheet no	54
Sheet no	55
Sheet no	56
Sheet no	57
Sheet no	58
Sheet no	59
Sheet no	60
Sheet no	61
Sheet no	62
Sheet no	63
Sheet no	64
Sheet no	65
Sheet no	66
Sheet no	67
Sheet no	68
Sheet no	69
Sheet no	70
Sheet no	71
Sheet no	72
Sheet no	73
Sheet no	74
Sheet no	75
Sheet no	76
Sheet no	77
Sheet no	78
Sheet no	79
Sheet no	80
Sheet no	81
Sheet no	82
Sheet no	83
Sheet no	84
Sheet no	85
Sheet no	86
Sheet no	87
Sheet no	88
Sheet no	89
Sheet no	90
Sheet no	91
Sheet no	92
Sheet no	93
Sheet no	94
Sheet no	95
Sheet no	96
Sheet no	97
Sheet no	98
Sheet no	99
Sheet no	100
Sheet no	101
Sheet no	102
Sheet no	103
Sheet no	104
Sheet no	105
Sheet no	106
Sheet no	107
Sheet no	108
Sheet no	109
Sheet no	110
Sheet no	111
Sheet no	112
Sheet no	113
Sheet no	114
Sheet no	115
Sheet no	116
Sheet no	117
Sheet no	118
Sheet no	119
Sheet no	120
Sheet no	121
Sheet no	122
Sheet no	123
Sheet no	124
Sheet no	125
Sheet no	126
Sheet no	127
Sheet no	128
Sheet no	129
Sheet no	130
Sheet no	131
Sheet no	132
Sheet no	133
Sheet no	134
Sheet no	135
Sheet no	136
Sheet no	137
Sheet no	138
Sheet no	139
Sheet no	140
Sheet no	141
Sheet no	142
Sheet no	143
Sheet no	144
Sheet no	145
Sheet no	146
Sheet no	147
Sheet no	148
Sheet no	149
Sheet no	150
Sheet no	151
Sheet no	152
Sheet no	153
Sheet no	154
Sheet no	155
Sheet no	156
Sheet no	157
Sheet no	158
Sheet no	159
Sheet no	160
Sheet no	161
Sheet no	162
Sheet no	163
Sheet no	164
Sheet no	165
Sheet no	166
Sheet no	167
Sheet no	168
Sheet no	169
Sheet no	170
Sheet no	171
Sheet no	172
Sheet no	173
Sheet no	174
Sheet no	175
Sheet no	176
Sheet no	177
Sheet no	178
Sheet no	179
Sheet no	180
Sheet no	181
Sheet no	182
Sheet no	183
Sheet no	184
Sheet no	185
Sheet no	186
Sheet no	187
Sheet no	188
Sheet no	189
Sheet no	190
Sheet no	191
Sheet no	192
Sheet no	193
Sheet no	194
Sheet no	195
Sheet no	196
Sheet no	197
Sheet no	198
Sheet no	199
Sheet no	200

# MagiCAD:llä tehty esimerkkipiirikaavio



Projekti no	Kohde
00000000	01
00000000	02
00000000	03
00000000	04
00000000	05
00000000	06
00000000	07
00000000	08
00000000	09
00000000	10
00000000	11
00000000	12
00000000	13
00000000	14
00000000	15
00000000	16
00000000	17
00000000	18
00000000	19
00000000	20

Skala	01
RK-XX	02
PIIRKAAVO	03
ESIMERKIN VALAISTUS	04
00000000	05
00000000	06
00000000	07
00000000	08
00000000	09
00000000	10
00000000	11
00000000	12
00000000	13
00000000	14
00000000	15
00000000	16
00000000	17
00000000	18
00000000	19
00000000	20