



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Lauri Vähätalo

Puoliautomaattinen piirikaavioiden luominen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

27.5.2019

Tekijä Otsikko	Lauri Vähätalo Puoliautomaattinen piirikaavioiden luominen
Sivumäärä Aika	32 sivua 27.5.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähköinen talotekniikka
Ohjaajat	kehityspäällikkö Keni Peltonen lehtori Jarno Nurmio
<p>Tämän työn tavoitteena oli tehdä Ramboll Finland Oy:lle mallipiirikaaviot ja kehittää piirikaavioiden apusovellus, jonka avulla saadaan helposti tehtyä piirikaavioita mallipiirikaavioiden avulla. Työn ohella tuli kehitettyä ohjeita ja ohjeistuksia piirikaavioiden suunnitteluun, joiden avulla voi suunnittelijat voivat täyttää mallipiirikaavioita.</p> <p>Insinööriyöhön tehdyt piirikaaviot on tehty AutoCAD-suunnitteluohjelman talotekniikan lisäsovelluksella nimeltä MagiCAD. Työn kaaviot on tehty Rambollin piirikaavio asiantuntijoiden ja vanhojen kaavioiden pohjilta. Työhön on käytetty kaavioiden piirustus standardeja ja ohjeistuksia.</p> <p>Työstä valmistui PDF-tiedosto, jonka avulla voi suunnittelija valita pääkaaviosymbolin mukaan mallipiirikaavion, jota käytettäisiin todellisiin kohteisiin.</p>	
Avainsanat	piirikaavio, kaavioiden piirtäminen

Author Title	Lauri Vähätalo Semi-automatic Electrical Circuit Design
Number of Pages Date	32 pages 15 May 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Keni Peltonen, Development Manager Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to make the design of electrical circuits much faster than before. To achieve this, model electrical circuit schematics were created. In addition, instructions for electrical circuit design were made for designers who are to use the schematics. For the instructions, electrical designers specialized in electrical circuits were interviewed.</p> <p>The electrical circuit designs were made with AutoCAD and saved as a PDF file. The PDF file uses link to open electrical circuit schematics from a fully made library that includes all the schematics that were made in this project.</p> <p>The schematics make the design of electrical circuits much faster because there is no need to search electrical circuit schematics from older projects. The instructions help new engineers who want to start drawing electrical circuit schematics.</p>	
Keywords	electrical circuit schematic, electrical circuit designing

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ramboll	3
3	Piirikaaviostandardit	4
4	Piirikaaviokomponentit	6
4.1	Kontaktori ja rele	6
4.2	Sysäysrele	7
4.3	Aikarele	7
4.4	Vetohidastusrele	8
4.5	Päästöhidastusrele	8
4.6	Lämpörele	9
4.7	Kytkimet ja painonapit	10
4.8	Sulakkeet	12
4.9	Merkkilamput	13
5	Piirikaavio	14
5.1	Mikä on piirikaavio?	14
5.2	Piirikaavioiden esitystavat	15
5.3	Piirikaavioiden suunnittelu ja lukeminen	18
6	Pääkaavio-symbolikirjasto	21
7	Piirikaavioiden suunnitteluohje	22
8	Rambollin piirikaaviot	23
9	Piirikaavioiden suunnittelun apusovellus	28
10	Yhteenveto	30
	Lähteet	32

Lyhenteet

CAD Computer Aided Design. Tietokoneavusteinen suunnittelu.

1 Johdanto

Piirikaavioiden laatiminen vaatii todellista ammattitaitoa ja tiukkaa sovittujen sääntöjen noudattamista [1, s. 413].

Piirikaavioiden suunnitteleminen on katoava taito. Piirikaavioiden tarpeellisuus on vähentynyt automaation lisääntyttyä. Monimutkaiset valaistuksien ohjaukset on vaihdettu DALI-ohjaukseen, moottorien nopeuden vaihto ja tähti/kolmio-käynnistyskaaviot on vaihdettu taajuusmuuttajiin. Alan suunnittelijoiden tarvitsee harvemmin perehtyä piirikaavioiden tekemiseen, ja kouluissa asian opettaminen on vähäistä. Tämä aiheuttaa sen, että moni suunnittelija ei osaa lukea ja vielä vähemmän suunnitella niitä.

Omalla kohdallani ammattialan kokemus sähköasentajana laitteiston rakentamisesta ja kaavioiden lukemisesta on auttanut suuresti. Suunnittelijoilla, jotka eivät ole työskennelleet laitteiden asentamisen parissa, voi olla isojakin ongelmia piirtää piirikaavioita. Toimintojen selittäminen sanallisesti henkilöille, jotka eivät ole alan ammattilaisia, on erittäin vaikeaa, koska piirikaavioissa joudutaan käyttämään paljon ammattisanastoa. Ammattisanaston lisäksi on erittäin hankalaa selittää komponenttien ja kojeistojen toiminta henkilölle, joka ei ole niitä käyttänyt. Tämän takia piirikaavioiden tekeminen on sellainen ammattitaito, jota ei kovin moni osaa, koska se vaatii kokemusta niiden lukemisesta ja toiminnasta.

Tämä työ tehtiin Ramboll Finland Oy:lle, ja työhön kuului pääkaavio-symbolikirjaston luominen, piirikaaviokirjaston luominen ja piirikaavio-sovelluksen käyttöjärjestelmän suunnitteleminen. Sovellus toimii AutoCAD-nimisellä suunnitteluohjelmalla, ja sovellusta käytetään piirikaavioiden valinnassa. Työn tarkoitus on nopeuttaa ja helpottaa piirikaavioiden piirtämistä valmiilla mallipohjilla. Ne voidaan valita sovelluksella, joka tuo halutun piirikaavion keskuksen pääkaaviosymbolin perusteella. Aikaisemmin on jouduttu etsimään piirikaavioita vanhoista projekteista uusiin töihin, ja tähän on kulunut turhan paljon tunteja. Työn tarkoitus on tehdä Rambollin piirikaavioista siinä määrin samanlaisia, että käytetään yhtä piirustustyyliä ja samoja piirikaaviomerkkejä. Tämä helpottaisi lukemista, koska suurin osa komponenteista kaavioissa olisi samoilla paikoilla kaavioissa ja komponenttien tunnuksot eivät vaihtelisi aina jokaisen suunnittelijan kohdalla.

Työssä käydään paljon läpi, miten AutoCAD ja MagiCAD toimivat. Monille nämä kaksi saattavat kuulostaa samalta, mutta erona näillä kahdella on se, että AutoCAD on itse ohjelma, joka toimii pohjana ja MagiCAD on lisäosa, joka sisältää talotekniikan toiminnot. Näillä kahdella sovelluksella on myös eri tekijät. AutoCAD on yhdysvaltalaisen firman nimeltä Autodesk Inc. julkaisema ja tuote MagiCAD on suomalaiselta firmalta nimeltä MagiCAD Group.

2 Ramboll

Ramboll on yksi maailman johtavia konsultointi- ja suunnittelualan yrityksiä. Ramboll perustettiin 1945 Tanskassa ja Ramboll-konserni toimii 35 eri maassa; sillä on yli 300 toimistoa. Rambollilla työskentelee noin 14 000 eri alan ammattilaista. Ramboll toimii vahvimmillaan

- Pohjoismaissa
- Isossa-Britanniassa
- Pohjois-Amerikassa
- Lähi-idässä
- Aasiassa
- Tyynenmeren alueella.

Ramboll Finland Oy on Suomen osa Ramboll-konsernia, ja Suomessa Rambollilla toimii noin 2 400 asiantuntijaa. Ramboll Finland Oy:n pääkonttori on Espoossa, ja muita toimipisteitä on esim. Tampereella, Oulussa, Turussa ja Lappeenrannassa. Suomessa Rambollin suurimmat toimialat ovat

- Kiinteistöt ja rakentaminen
- Infra ja liikenne
- Kaupunkisuunnittelu
- Ympäristö ja terveys
- Vesi
- Johdon konsultointi
- Energia
- Tietoliikenne.

Tämä työ tehtiin Kiinteistöt ja rakentaminen toimialalle, johon kuuluu Rambollin talotekniikan puoli. Talotekniikassa Rambollilla on laaja osaaminen LVIA- ja sähkösuunnittelun alueella, mutta asiantuntemusta on myös kiinteistöjen

- rakennusautomaatiosta
- AV-tekniikasta (audiovisuaalinen)
- sisäilmastokonsultoinnista
- energianhallinnasta.

[2;3]

3 Piirikaaviostandardit

Standardit, jotka koskevat piirikaavioita, käsittelevät yleensä vain tapoja, joilla voi piirtää kaavioita, tai valintoja sille, mitä piirrosmerkkejä käytetään kuvissa. Suurin osa yleisistä sähköalan standardeista, jotka edes vähän viittaavat piirikaavioihin, käsittelee vain ryhmien suojausta. Tämän takia talotekniikan piirikaavioista on huonosti standardeja tai määräyksiä, jotka käsittelevät, miltä piirikaavion pitäisi näyttää ja miten sen piirtämisen pitäisi tapahtua. [4]

Tarkempia standardeja piirikaavioihin tulee teollisuuden puolelta, jossa kaikki johdotukset ja merkinnät tehdään erittäin tarkasti. Verrattuna teollisuuden piirikaavioita talotekniikan piirikaavioihin ovat suurimpana erona kentän puolen merkinnät. Teollisuuden puolella kentän merkinnät on näytetty alkupisteestä laitteeseen asti näyttäen jokaisen kytkentapisteen ja johtimen kaapelissa. Talotekniikassa näillä kentän puolen ohjauksilla ei ole niin suurta merkitystä, koska suurin osa ohjattavista ryhmistä voi koskea vaikka vain perinteistä valaistusryhmää.

Piirikaavioiden suunnitteluun tulleet ohjeet tulevat yleensä sähkökeskusvalmistajilta. Nämä ohjeet, joita suunnittelijat saavat keskusvalmistajilta, koskevat yleensä komponenttien koskettimia, tunnuksia tai koskettimien merkintöjä. Näiden yhtenä ongelmana on se, etteivät ne kerro sitä, kuinka piirtäminen pitäisi tapahtua.

Standardit, käsikirjat, ST-kortit ja muu materiaali, joista on piirikaavioihin liittyvää asiaa, ovat

- Sähköpiirustuskirja
- SFS-6000 Piensähköasennukset
- IEC 61082-1:2014 Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: säännöt
- SFS-käsikirja 616 Tekninen dokumentointi. Viitetunnusjärjestelmä ja sovellutukset
- SFS-käsikirja 640 Sähkökeskukset
- ST 13.53 Sähkötekniikan piirikaaviossa käytettäviä merkkejä ja merkkiryhmiä
- ST 13.54 Sähkötekniikan johdotuskaavioissa käytettäviä piirrosmerkkejä

- ST 13.55 Sähkötekniikan jakokeskusten pääkaavioissa käytettäviä merkkejä ja merkkiryhmiä
- PSK-standardit eli teollisuuden standardit.

Sähkötietokortti 13.54 käsittelee johdotuskaavioita. Piirikaavioissa johdotuskaaviot ovat yleensä pääpiirin puoli, johon piirretään sulakkeet, kontaktorit, riviliitinrima ja muita mahdollisia pääpiiriin kuuluvia komponentteja. Osassa talotekniikan piirikaavioissa saatetaan jättää pääpiiri osa kokonaan pois, sillä sen toiminta näkyy keskuksen pääkaaviossa. [7]

Sähkötietokortti ST 13.55 koskee keskuksien pääkaavioiden symboleja. Piirikaaviot piirretään yleensä keskuksen pääkaavioiden symbolien perusteelta. Mikäli pääkaavion ryhmään ei ole merkitty ohjausta, ei siitä yleensä tarvitse piirtää piirikaaviota. [8]

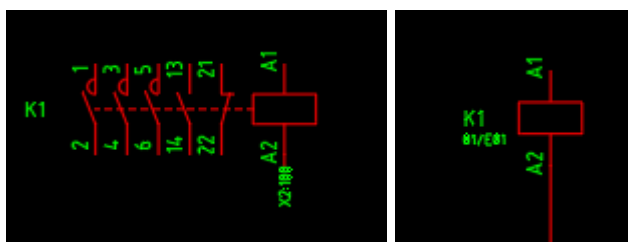
4 Piirikaaviokomponentit

Piirikaavioiden piirtämisessä yksi harvoja standardoituja kohtia ovat symbolit. Piirikaavion piirtäjän pitää käyttää standardoituja symboleja, tai jos tekee omia, pitää niiden olla standardisoitujen symbolien pohjalta tehtyjä. Omista symboleista on myös kannattavaa tehdä helposti ymmärrettäviä ja yksiselitteisiä. Yleisimmät komponentit, joita käytetään piirikaaviossa, ovat sulakkeet, kontaktorit, releet, kytkimet ja merkkilamput. Suurinta osaa piirikaavioiden komponenteista käytetään ohjaamaan piiriä, kuten kytkimet ja kontaktorit, tai ilmoittamaan piirin tilasta, kuten merkkilamput.

4.1 Kontaktori ja rele

Kontaktori (kuva 1) on sähköllä toimiva komponentti, joka sulkee tai avaa koskettimensa saatuaan kelalle jännitettä. Kontaktorin symbolin tunnistaa kojeen pääkoskettimissa olevista kaarista (kärjet 1–2, 3–4, 5–6), kontaktorin kelasta (liitin väli A1 ja A2) ja mahdollisista apukoskettimista, jotka voivat olla aukeavia (kärjet 13–14) tai sulkeutuvia (kärjet 21–22). Kaikki koskettimet esitetään aina lepotilassa, eli kontaktorin tai releen kelan ollessa jännitteettömässä tilassa. Kontaktorin ja releiden kirjaintunnus on "K", ja numeroita käytetään määrittämään kojeen asemaa piirissä. Esimerkiksi K1 on piirin pääkontaktori ja K10 tarkoittaa apurelettä tai -kontaktoria.

Kontaktori on käytännöllinen laite, koska sillä voidaan mahdollistaa kolmivaihe ryhmän ohjaaminen yksivaihe kytkimillä ja painikkeilla. Kontaktoreilla on yleensä myös suurempi virrankatkaisukyky kuin normaaleilla kytkimillä.

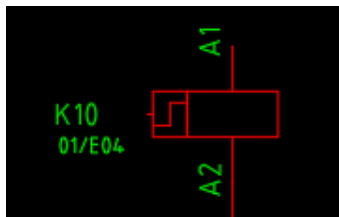


Kuva 1. Kontaktorin symbolit pää- ja ohjauspiirissä

Releet toimivat samalla tavalla kuin kontaktorit. Syy siihen, miksi releitä ei käytetä pääpiirissä, on sen kärkien virran katkaisuominaisuus, joka ei ole yhtä suuri kuin kontaktorilla. Tämä vaikuttaa laitteiden turvallisuuteen. Releitä käytetään yleensä ohjauspiirissä ohjaamaan piirin pääkontaktoria. Releitä saadaan myös erilaisilla toiminnoilla, jotka mahdollistavat erikoiskytkennät. Yleisimmät releet, joilla on erilaisia toimintoja ovat sysäys-, aika-, vetohidasteinen ja päästöhidasteinen rele. Näiden releiden kelojen symbolit vaihtelevat. Seuraavissa kappaleissa käyn läpi niiden tarkempia toimintoja. [9]

4.2 Sysäysrele

Sysäysrelettä kutsutaan myös askel- tai impulssireleeksi. Sysäysrele on pulssilla toimiva rele, jonka kärjet vaihtavat asentoa aina kun kela saa jännitettä. Tällöin sen koskettimet lukittuvat seuraavaan asentoon. Sysäysrelettä käytetään paljon painikeohjauksessa. Toimintana on, että ryhmä jää päälle, kun painiketta painetaan ja sammuu seuraavalla painalluksella.



Kuva 2. Sysäysreleen symboli

4.3 Aikarele

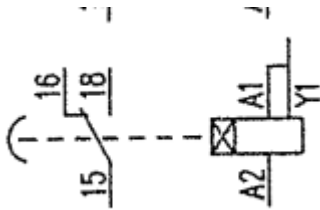
Aikarele tai kellokytkin toimii ajastuksella. Toiminnaltaan se on yleensä digitaalinen, ja sillä voidaan ohjelmoida sen koskettimet aukeamaan tai sulkeutumaan eri aikoihin.



Kuva 3. Aikareleen symboli

4.4 Vetohidastusrele

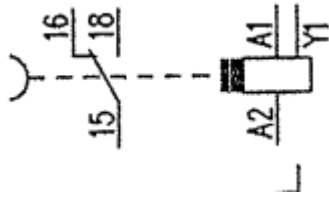
Vetohidastusrele toimii hidastetulla käynnistyksellä, ts. silloin kun kela saa jännitteen, sen koskettimet vaihtavat asentonsa asetetun aikaviiveen jälkeen. Vetohidastusreleen kelan symbolin erottaa kelan reunassa olevasta rististä. Myös osa releen koskettimista on erilaisia verrattuna muihin koskettimiin. Näihin koskettimiin kuuluu oma kaarensa, joka esittää hitaammin kytkeytyvää kosketinta. Tämä kosketin hidastuu vain kaaren osoittamaan suuntaan siten, että kaaren sisempi puoli toimii hidastavana. Vetohidasteisen releen koskettimen kaaren suunta piirretään aina koskettimia kohti olevana kaarena. (Kuva 4.)



Kuva 4. Vetohidasteisen releen kosketin ja kelan symbolit. [9]

4.5 Päästöhidastusrele

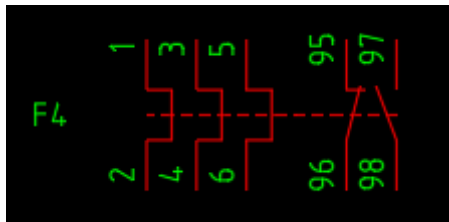
Päästöhidastusrele kytkeytyy päälle heti jännitteen saadessaan, ja rele päästää asetetun ajan jälkeen koskettimensa lepoasentoon. Päästöhidasteisella releellä on oma kelan symbolinsa, jossa symbolin toinen reuna on täytetty. Myös osa päästöhidastusreleen koskettimista on erilaisia verrattuna vetohidastusreleeseen. Erona vetohidastusreleen koskettimiin on kaaren osoittama suunta, joka piirretään koskettimista pois päin osoittavana. (Kuva 5.)



Kuva 5. Päästöhidasteisen releen kosketin ja kelan symbolit. [9]

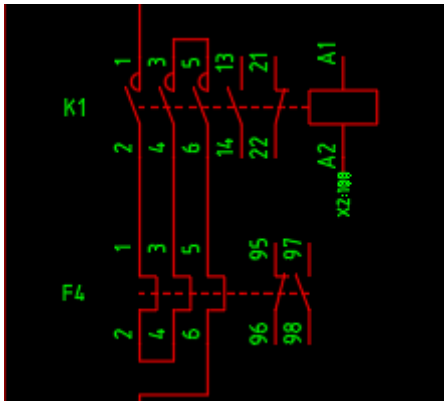
4.6 Lämpörele

Lämpörele on suojalaite, kuten sulake ja vikavirtasuoja, vaikka nimessä on rele. Lämpörelettä käytetään useimmiten moottorien suojauksessa ylikuormitussuojana. Lämpöreleellä on yleensä kolme pääkosketinta ja kaksi apukosketinta. Lämpöreleen toiminta on samanlainen kuin sulakkeella, eli kun koje käyttää liian suurta virtaa, lämpörele laukeaa ja pääkoskettimet aukeavat. Lämpörelettä käytetään, koska sen virrankatkaisu-arvoa voidaan säätää moottoreiden käynnistys- ja kulutusvirran mukaan.



Kuva 6. Lämpöreleen symboli

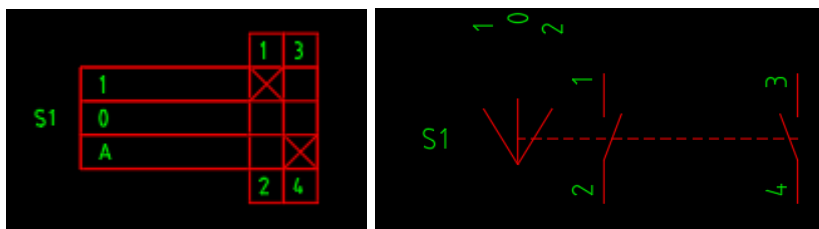
Lämpöreleen toiminta perustuu symmetrisen virran kulutukseen kaikkien pääkoskettimien lävitse, eli jos yksi vaihe putoaa pois käytöstä, alkaa kaksi muuta vaihetta lämpiämään ja lämpörele avaa koskettimensa. Jos lämpörele pitää kytkeä yhdelle vaiheelle, tulee vaiheen kiertää kaikki pääkoskettimet (kuva 7). Lämpöreleen apukoskettimia käytetään yleensä ilmoittamaan häiriötilaa ja katkaisemaan ohjauspiirin vikatilanteessa. Lämpöreleen pääkoskettimet (1–2, 3–4, 5–6) piirretään lepoasennossa kiinni ja apukärjet piirretään toinen avautuvana (95–96) ja toinen sulkeutuvana (97–98). Lämpöreleen merkintä piirissä on yleensä F4.



Kuva 7. Lämpöreleen 1-vaihekytkentä

4.7 Kytkimet ja painonapit

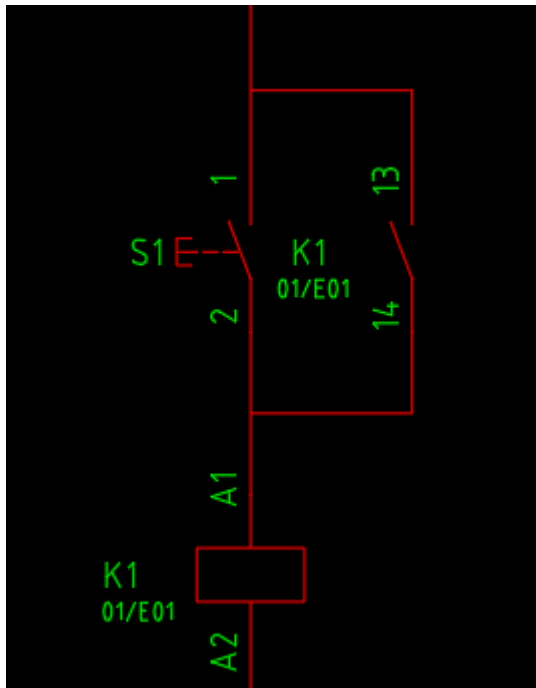
Piirikaaviossa käytettäviä kytkimiä ja painonappeja käytetään pääsääntöisesti ohjaamaan isommalla katkaisuvirralla toimivia kontakteja. Keskuksen kanteen kiinnitettävät kytkimet ovat yleensä kiertokytkimiä. Kiertokytkimille tulee piirikaaviossa piirtää myös kytkentätaulukko (kuva 8), joka esittää, mitkä kärjet kytkeytyvät päälle missäkin asennossa ja onko kytkimellä palautusominaisuus, kuten starttitoiminto. Painonapit toimivat palautuvalla toiminnolla, eli kärki palautuu takaisin lepoasentoonsa hetkellisen painamisen jälkeen.



Kuva 8. Kytkimen kytkentätaulukko ja symboli

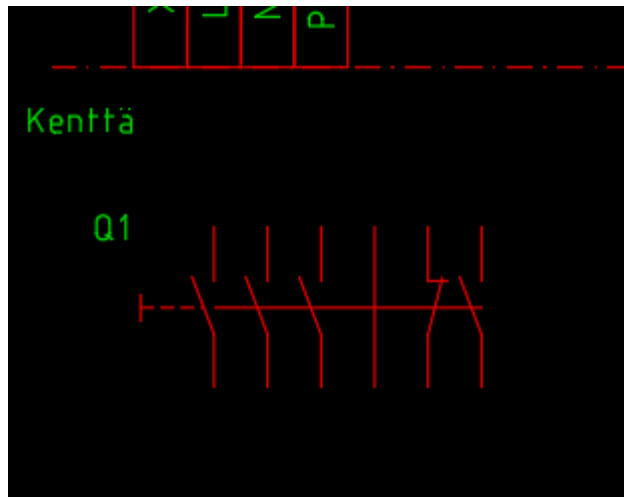
Painonappeja käytetään yleensä sysäysreleen kanssa ohjaamaan pääkontaktoria, mutta moottorihjauksessa painonappeja saatetaan käyttää toteuttamaan pitopiiri kontaktorin apukoskettimen kanssa. Pitopiiri on kytkentätapa, jolla piirin kontaktori lukitsee itsensä, kunnes joko toinen painonappi, sulake, kytkin, jokin muu piirin katkaisuun käytettävä laite tai sähkökatko avaa piirin. Pitopiiri (kuva 9) on käytännöllinen sähkökatkon jälkeiseksi,

turvaksi koska piiri aukeaa, jos sähkötkatkeavat, ja laitteisto ei käynnisty itsestään. Kytkimien ja painonappien kirjainmerkintä on S.



Kuva 9. Pitopiiri painikkeen S1 ja kontaktorin K1 koskettimen 13–14 avulla

Turvakytkimet lasketaan myös kytkimiin ja niitä käytetään yleensä kentän puolella turvaamaan kojeen huoltoa. Turvakytkimissä voi olla myös apukärki, jota voidaan käyttää ohjauspiirin sulkemiseen. Turvakytkimien pääkoskettimet piirretään sulkeutuvina. Turvakytkimen kirjainmerkintä on Q, mutta samaa kirjainta saatetaan käyttää myös muilla kytkimillä kuten pääkytkin (kuva 10). Talotekniikan piirikaavioissa on kannattavaa jättää osa kenttäpuolen kytkennöistä pois, jos ne eivät vaikuta ohjauspiirin toimintaan, ja jättää näkyviin ainoastaan kentän kaapeli.



Kuva 10. Turvakytkimen symboli

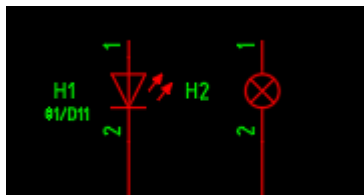
4.8 Sulakkeet

Sulakkeita käytetään samalla tavalla piirikaaviossa kuin normaalissa sähköpiirissä. Sulakkeen tarkoituksena on olla piirin heikoin lenkki vikatilanteissa. Suurin ero normaaliin sähköpiiriin sulakkeiden käytössä on ohjaussulake. Ohjaussulakkeen tarkoitus on olla suojana ohjauspiirille. Ohjauspiirissä käytetään pieniä sulakkeita kuten B6, koska piirin kojeitten koskettimien virrankestoisuus ja katkaisukyky on useimmiten pieni. Sulakkeiden tunnus kaavioissa on F. Nykyään saadaan johdonsuojia ja johdonsuoja-vikavirtasuoja yhdistelmiä apukoskettimilla, joita voidaan käyttää ohjauspiirissä.

Johdonsuojakatkaisijoilla on nimellisvirta, joka määrittää, millä osalla keskusta voi johdonsuoja olla. Tämä on tärkeää piirikaaviossa, sillä keskuksissa saatetaan käyttää kahva- ja kytkinvarokkeita, jotka katkaisevat suurempaa virtaa mitä johdonsuojakatkaisijalla on nimellisvirtana. Normaleilla kotitalous- tai vastaavaan käyttöön tarkoitetuilla johdonsuojakatkaisijoilla on nimellisvirta 125 A. Tämä tarkoittaa, että ohjaussulakkeena ei voida käyttää johdonsuojakatkaisijoita, jos keskuksen kyseisen osan nimellisvirta on yli 125 A. Näissä tilanteissa on käytettävä perinteisiä tulppasulakkeita. Tämä on hyvin yleistä ammattikeittiöiden suunnittelussa, joissa käytetään emännänkytkintä. [5]

4.9 Merkkilamput

Merkkilamppujen tehtävä on ilmoittaa piirin tilasta, eli sähkön syötöstä tai vikatilanteista. Merkkilamppujen symbolit vaihtelevat LED-merkkilampulla ja hehku- tai halogeenimerkkilampuilla. LED-merkkilampun symboli (kuva 11) on piirrettynä elektroniikasta tutun symbolin diodin eli puolijohteen mukaan. Normaali merkkilamppu on piirrettynä ympyränä, jossa on risti keskellä, eli näyttäen samalta kuin lamppu sähköpiirustuksissa. Merkkilamppujen kirjain tunnus on H.



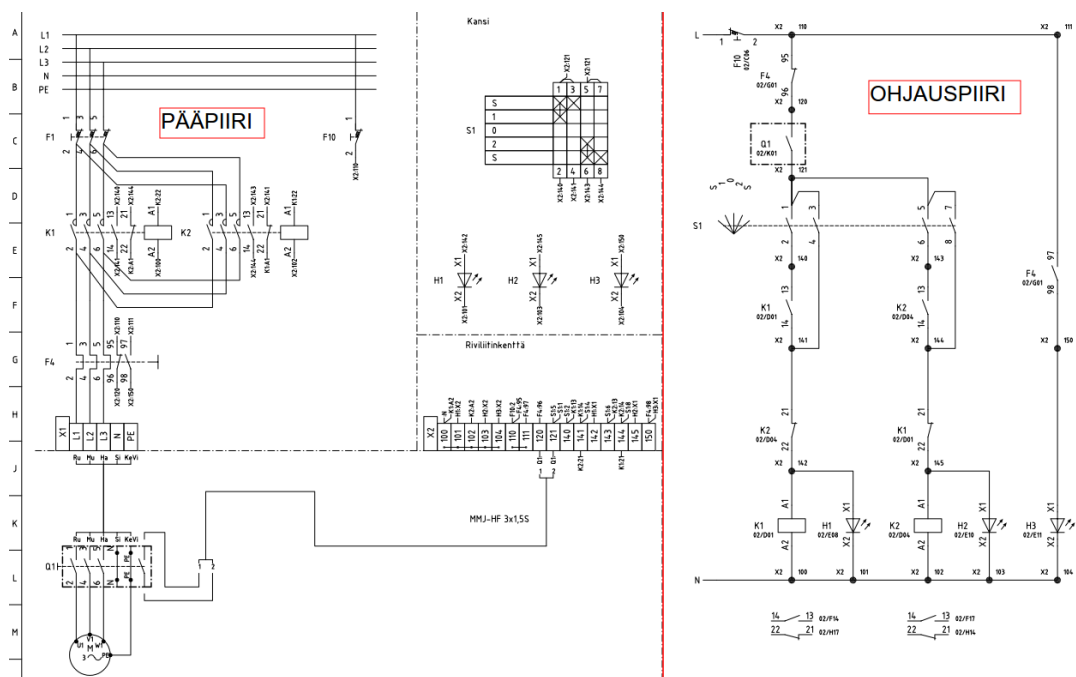
Kuva 11. LED-merkkilampun ja normaalin merkkilampun symboli.

5 Piirikaavio

5.1 Mikä on piirikaavio?

Piirikaavio on sähköpiirustus, joka kertoo laitteiston ohjauksesta ja kytkennöistä. Piirikaavioissa on yleensä kaksi eri osaa, eli pääpiiri ja ohjauspiiri (kuva 12). Pääpiirillä näytetään suojalaitteet kuten varokkeet, johdonsuojat, vikavirtasuojat, turvakytkimet ja lämpöreleet tai moottorisuojat. Ohjauskaaviossa näytetään, miten laitteet on kytketty ja missä järjestyksessä johdotus on tehty.

Piirikaavioissa näytetään myös keskuksen kanteen kiinnitetyt laitteet, riviliitinkenttä ja kentällä olevat laitteet. Nämä piirikaavio-osat on tarkoitettu näyttämään, mitä laitteita on keskuksen muissa osissa ja mitä laitteita on keskuksen ulkopuolella. Yleensä keskuksen ulkopuolisista laitteista saatetaan näyttää vain kaapeli, joka kytketään pääriviliittimiin. Tarkemmin kenttäpuolen kytkentöjä esitetään enemmän teollisuuden piirikaavioissa.

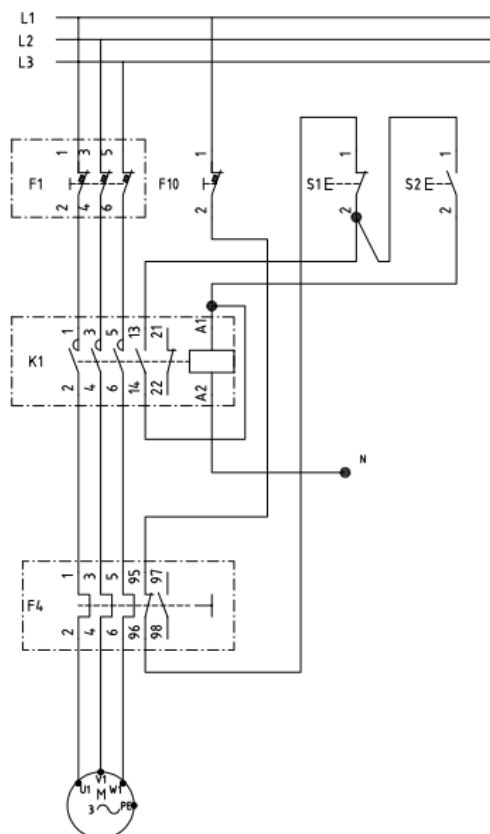


Kuva 12. Piirikaavio pääpiiri ja ohjauspiiri eroteltuina.

5.2 Piirikaavioiden esitystavat

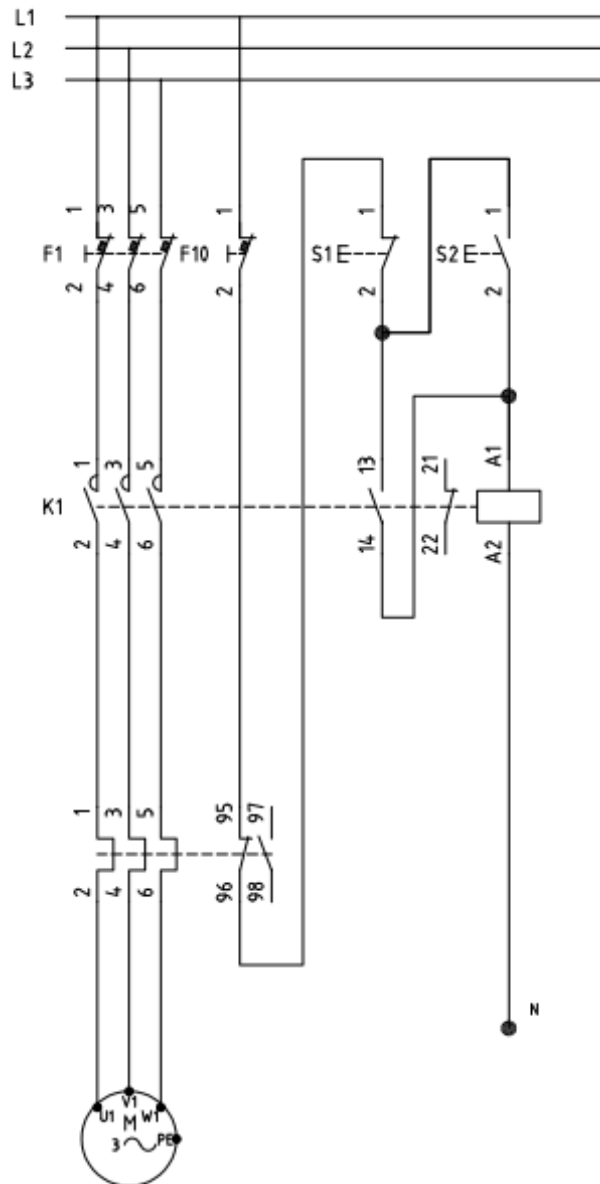
Piirikaavioiden piirtämiseen käytetään yleensä vapaata piirrostyyliä, koska tämä mahdollistaa helposti luettavien kaavioiden luomisen. Toisina piirustustyyleinä, joita saataan käyttää, ovat koottu esitystapa ja sidottu. Isoin ero, mitä vapaassa, kootussa ja sidotussa esitystavassa tulee, on mekaanisten yhteyksien ja johdotuksien esittämisessä.

Kootussa esitystavassa (kuva 13) piirretään kojeitten piirrosmerkkien väliset mekaaniset yhteydet käyttäen katkoviivaa tai kaksoisviivaa. Kootussa esitystavassa ei kojeitten mekaanisten yhteyksien välistä saa piirtää yhtään johdinta. Kootun piirikaavion ohjauspiiri ja pääpiiri on piirretty siten, että kojeitten kaikki koskettimet ovat vierekkäin samalla sivulla. Piirit, jotka piirretään kootulla esitystavalla, ovat yleensä mahdollisimman yksinkertaisia, koska suurien ja hankalien järjestelmien piirtäminen tekee kaavioista erittäin epäselviä. [6, s. 25]



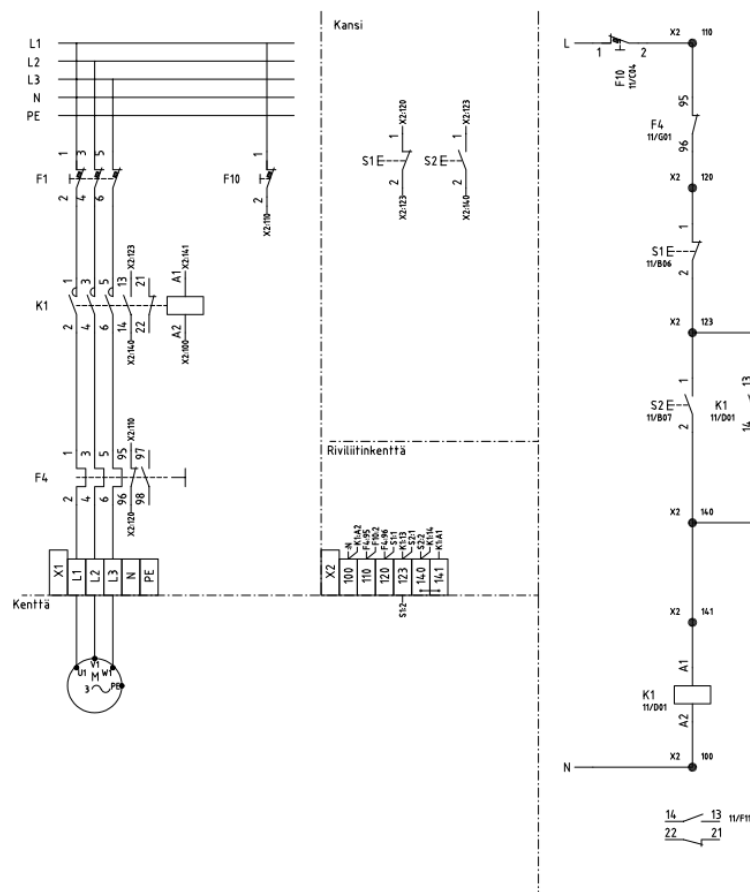
Kuva 13. Piirikaavion koottu esitystapa.

Sidotussa esitystavassa (kuva 14) kojeitten väliset mekaaniset yhteydet on piirretty vierekkäin, kuten kootussa mutta näiden välillä mekaanisien yhteyksien katkoviivojen lävitse voi kulkea muita piirejä tai johdotuksia. Sidotussa on sama ongelma kuten kootusakin, eli kaikki piirin komponentit ja johdotukset pitää piirtää samalle sivulle. Tämän takia ei sidotussa piirikaavioesityksessä voida piirtää kovin suuria järjestelmiä. [6, s. 26.]



Kuva 14. Piirikaavion sidottu esitystapa

Vapaalla esitystavalla (kuva 15) piirrettyissä piirikaavioissa kojeitten mekaaniset yhteydet, joita piirissä käytetään, pitää esittää tunnuksilla, koordinaateilla ja sivujen numeroilla. Vapaan esitystavan tarkoituksena olisi helpottaa piirien komponenttien sijoittelussa vältellen risteileviä johdotuksia ja samalla tehden kaavioista mahdollisimman selkeitä luettavuudeltaan. Vapaan esitystavan kaavioissa on kuitenkin ainakin kerran esitettävä kaikki kojeet kootulla esitystavalla, jotta kaavioissa olisi helpompi ymmärtää kojeitten kaikki osat. Tämä koottu osa vapaassa piirikaaviossa esitetään yleensä pääpiirin puolella. Yleensä kootun esitystavan kojeilla on apukoskettimilla ja keloilla esitettyä edellinen ja seuraava kytkentäpiste. Myös ohjauspiirin puolella voidaan tämä osio esittää viitetaulukoilla tai apukoskettimilla piirtäen nämä piiriin alle. Nämä ristiinviittaukset pitää tehdä järjestyksellä osoittaen ensimmäisenä, missä dokumentissa, toisena millä sivulla, ja kolmantena millä sarakkeella, rivillä tai alueella kyseisen viittauksen vastakappale on. Tämän työn kaikki käyttöön tulleet piirikaaviot on esitetty vapaalla esitystavalla. [4, s. 24, 59.]

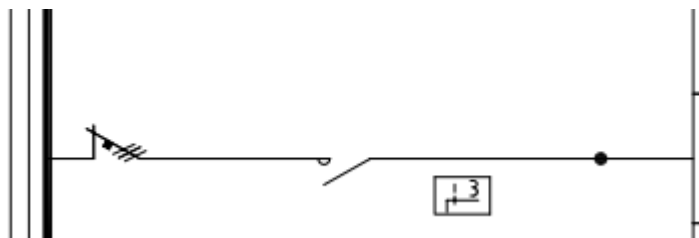


Kuva 15. Piirikaavion vapaa esitystapa

5.3 Piirikaavioiden suunnittelu ja lukeminen

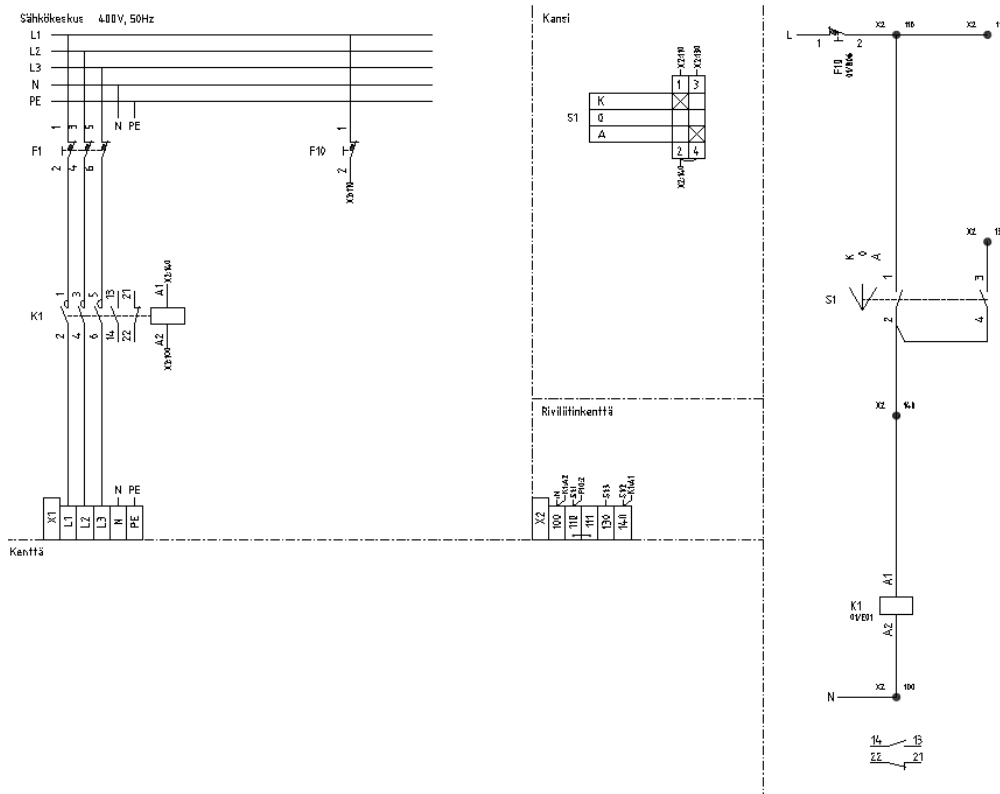
Piirikaavioiden suunnittelemisessa olisi hyödyllistä, että itse kaavioiden tekijä tekisi itse sähköpiirustuksiin ja keskuksen pääkaavioihin piirikaavioita tarvitsevat ryhmät. Jos suunnittelija joutuu tekemään kaavion sähköpiirustuksien pohjalta, jotka on tehnyt toinen suunnittelija, joka ei ymmärrä piirikaavioita, voi ongelmaksi tulla keskuskaavioiden tai muiden sähköpiirustusten virheellisyys. Keskuskaavioissa saattaa olla käytetty ryhmään väärää symbolia tai sähkötasoisissa voi olla väärin suunniteltu ryhmän ulkoinen ohjaus.

Piirikaavioiden piirtäminen aloitetaan yleensä pääkaaviosymbolista miettien, miten symbolin on tarkoitus toimia.



Kuva 16. Ohjattava pääkaavio symboli.

Kuvan 16 pääkaaviosymboli kertoo, että kyseessä on kolmivaihe ryhmä, joka on suojattu johdonsuojakytkimellä. Pääkaavio symbolin keskellä on myös kontaktorin ja kytkimen symboli. Nämä kaksi symbolia kertovat ryhmän olevan ohjattu, mutta näillä ei voi kertoa, kuinka ryhmä toimii, joten sitä varten on kannattavaa piirtää piirikaavio.

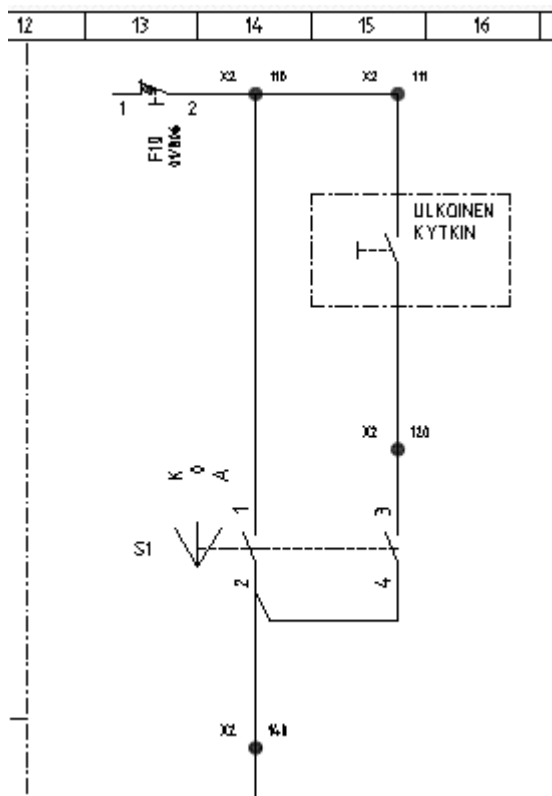


Kuva 17. 3-vaiheryhmän piirikaaviomalli.

Piirikaavioita luetaan järjestyksellä ylhäältä alas ja vasemmalta oikealle. Välillä on hyvä tarkistaa, mitä kyseinen ohjaustoiminto ohjaa, jolloin kannattaa kurkkata, mitä on kaavion alapäässä. Kuvassa 17 on kuvan 16 esitetyn pääkaaviosymbolin piirikaavion alkuvaihe. Piirikaavioon on piirretty pääpiirin puolelle vaihekiskosto, ryhmän sulake F1, kontaktori K1, pääriviliitinkenttä X1, kytkin S1, apuriviliitinkenttä X2 ja ohjaussulake F10. Piirikaavioon on piirretty jo pääpiirin johdotukset, mutta kaaviosta puuttuu vielä kenttäpuolen kaapeli. Piirikaaviota piirtäessä olisi mahdollista jättää pääpiirin puoli kokonaan pois, koska tämä ilmenee yleensä jo keskuksen pääkaaviosta. Piirikaavioiden tärkein osa on ohjauspiiri, johon on esitetty ryhmän ohjaus. Ohjauspiirissä piirretään yleensä kojeitten välille riviliittimet, jotta piirin muutoksien tekeminen voitaisiin tehdä keskuksen riviliittiniosion puolelta.

Kuvan 17 piirikaaviossa on suunniteltu ohjauspiiri kytkimen käsiasennon K puolelta, joka toimii suorana ohjauksena. Tässä piirikaaviossa suunnittelijalle jää jäljelle suunniteltavaksi kytkimen ohjatun puolen A ohjaus. Tälle alueelle suunnitellaan yleensä ryhmän erillinen ohjaus, kuten automaatiolaitteen kautta tuleva aikaohjaus tai keskuksen

ulkopuolella oleva kytkin. Jotta kuvaa 17 voitaisiin lähteä jatkamaan, on saatava tieto siitä, miten ryhmän pitäisi käynnistyä. Jos ryhmää ohjattaisiin ulkoisella kytkimellä, tulisi sen tiedot esittää riviliittimien 111 ja 120 välillä.



Kuva 18. Piirikaavion ohjaus ulkoisella kytkimellä

Kuvassa 18 on esitetty kuvan 17 piirikaavio aiemmin mainitulla ulkoisella kytkimellä. Kuvan 18 ulkoinen kytkin ohjaisi ryhmää kaaviossa vain, jos keskuksessa oleva kytkin S1 olisi asennossa A. Yleensä näin ohjautuvat ryhmät jätetään keskuksessa asentoon A, jotta sitä ohjattaisiin vain keskuksen ulkopuolelta. K-asento keskuksen kytkimillä on yleensä käytössä vain huollon tai kojeiston toiminnan testauksen aikana.

6 Pääkaavio-symbolikirjasto

Ensimmäisenä työvaiheena insinööriyössä oli tiedon haku. Tämän jälkeen tuli suunnitelmaksi luoda Rambollille uusi pääkaaviosymbolikirjasto. Pääkaavion symbolit piti tehdä uudestaan, koska aiemmissa oli paljon turhia symboleja ja sama symboli saattoi olla eri otsikon alla useaan otteeseen. Samalla tähän symbolikirjastoon tuli lisättyä muutama puuttuva symboli. Pääkaaviosymbolikirjaston pohjalta on myös helpompi tehdä mallipiirikaaviokirjasto, koska piirikaavio tehdään yleensä pääkaavion symbolin perusteella.

Rambollin aikaisemman pääkaaviosymbolikirjaston pohjana oli ollut symbolien käyttötarkoitus, kuten valaistus tai moottoriohjausryhmät. Ongelmana tässä oli, että samaa symbolia saatettiin käyttää jollain toisella käyttötavalla. Myös kirjastosta symbolien valitseminen saattoi olla hankalaa, koska jokainen symboli oli tehty kahdesti eripituisina, jotta symbolit osuisivat erikseen alakeskusosan tai keskuksen normaaliosan kiskostoon. Tämä korjattiin siten, että jokainen symboli on tehty ensimmäiselle alakeskusosan kiskostolle. Myös kirjaston rakenne muuttui käyttötarkoituksesta sulakkeiden mukaan tehdyksi, eli moottoriohjatut lähdöt ovat nyt vaihdettuna ohjatuiksi johdonsuojälähdöiksi tai ohjatuiksi varokelähdöiksi. Alkuperäisenä pysyi firman detalji symbolivalikko ja mittarivalikko. Uusia symboleita, joita tuli kehiteltä, olivat DALI-kojeet ja muut keskuksen automaatioon liittyvät kojeet. Yhteensä pääkaaviosymboleita tuli tehtyä yli 300 kpl.

Rambollin uusi pääkaaviosymbolikirjasto on ryhmitelty seuraavasti:

- suorat lähdöt, varoke
- suorat lähdöt, johdonsuojat
- suorat lähdöt, kytkin- ja kahvavaroke
- suorat mitatut varokelähdöt
- ohjatut varokelähdöt
- ohjatut johdonsuojälähdöt
- ohjatut kahva- ja kytkinvarokelähdöt
- keskuksien syötöt
- mittarit
- keskuskojeet
- detalji-merkit
- muut erikoiset lähdöt.

7 Piirikaavioiden suunnitteluohje

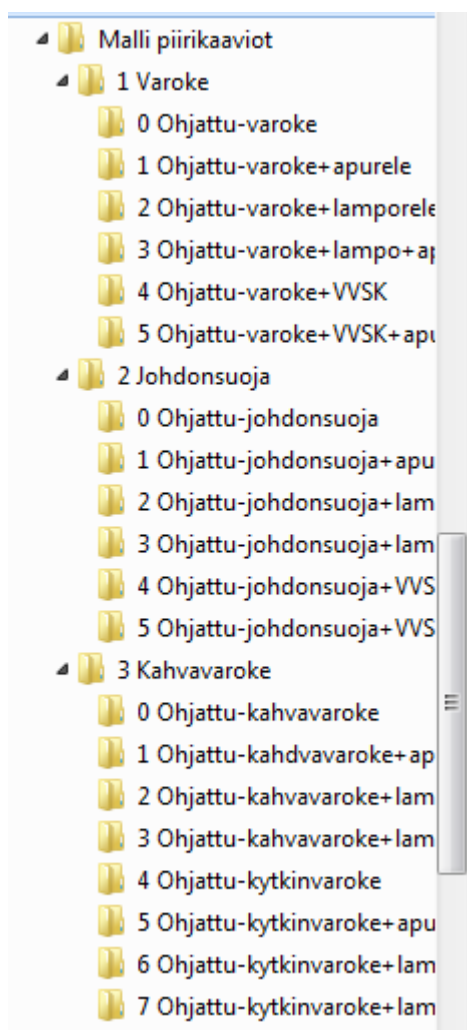
Ramboll Finland Oy on kehittänyt jo englanninkielisen piirikaavio-ohjeen. Sain tehtäväksi kääntää tämän ohjeen suomeksi ja kirjoittaa siihen muutaman uuden osion, kuten kuinka MagiCAD Circuit Designer -työkalu toimii. Ohjeen käännöstyön alkuvaiheessa opettelin paljon MagiCADn Circuit Designer -työkalun toimintoja. Koulussa ei käytetty sähkösuunnitteluun AutoCAD-ohjelmaa, vaan käytössä oli CADS planner -ohjelma. MagiCAD-ohjelman piirikaavio toiminto ei ole tosin yhtä kattava kuin CADS planner -ohjelmalla oleva, mutta sitä on helpompi käyttää, koska siinä ei ole niin montaa eri komentoa. Ohjeen kääntämisen jälkeen tuli lisätä ohjeeseen yleisten komponenttien toiminnat. Ohjeessa käytiin läpi seuraavia piirikaavioiden suunnitteluun liittyviä kohtia:

- Määräykset ja standardit
- Työkalut ja ohjelmat
- Suunnittelu ja piirtomenettelyt
- Komponentit
- Vinkit MagiCAD circuit designer ohjelman käyttöön
- Rambollin ohje symbolien nimeämiseen.

Ohjeen kirjoittamisen jälkeen laitoin sen työpaikkaohjaajani kanssa eteenpäin Rambollin omille piirikaavio "guruille", jotka ovat tehneet kaavioita jo monta vuotta. Sain heiltä suurta apua ohjeen virheiden korjaamisessa. Eniten keskustelua kerännyt aihe ohjeessa oli riviliitinpakan numerointi ja nimeäminen. Miltei jokaisella asiantuntijalla oli oma näkemysensä, miten pakka pitäisi numeroida ja nimetä. Lopputulos piirikaavioiden riviliittimien nimeämiseen tuli tehtyä jokaisen asiantuntijan kommenttien ja ohjeitten yhdistämisellä ja vähän niitä siistimällä. Lopuksi kehitin ohjeen perusteelta piirikaavioihin etulehden, josta näkyisi jokaisen kaaviossa käytetyn kojeen ja liittimen tarkoitus.

8 Rambollin piirikaaviot

Mallipiirikaaviokirjaston suunnittelu alkoi pääkaaviosymbolikirjaston pohjilta, joihin tehtiin ensimmäisenä kansiot ohjattaville pääkaaviosymboleille. Rakenne muodostetaan valitsemalla, minkälainen sulake ohjaa ryhmää, minkä jälkeen valitaan oikea kaavio symbolin lisäkojeitten mukaan, kuten lämpöreleen tai apureleen. (Kuva 19.)

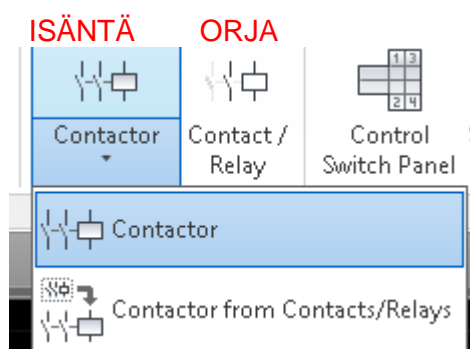


Kuva 19. Mallipiirikaaviokirjaston rakenne

Kirjastorakenteen valmistumisen jälkeen pääsin aloittamaan kaavioiden piirtämisen. Kaavioissa ensimmäisenä vaiheena oli kehittää jokaiselle piirikaaviosymbolille omat koordinaatit, jotta kaaviossa olevat symbolit olisivat samassa paikassa. Tätä varten tein

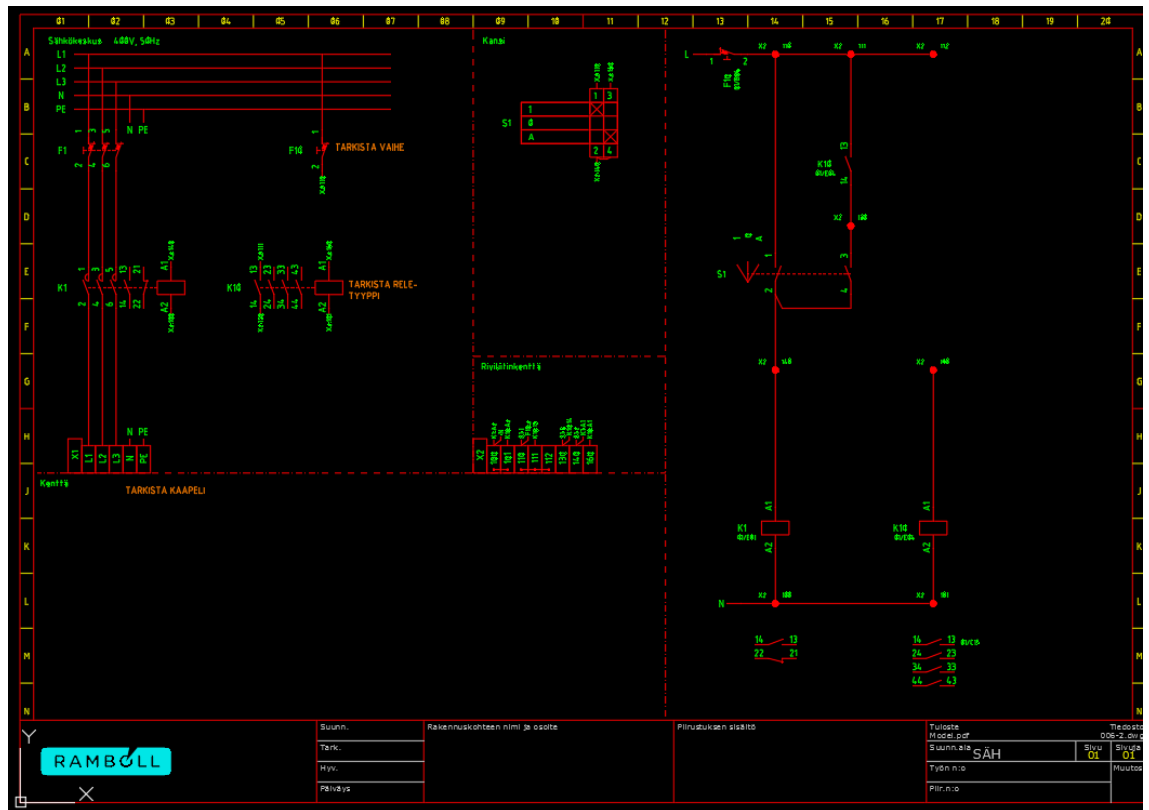
oman piirikaaviotiedoston, johon ei ole piirretty johtimia, ja jokainen symboli löytyy, vaikka niitä ei käytettäisikään.

Työssä käytetyssä MagiCAD-ohjelman piirikaaviotyökalussa on osittain itseään täyttävä ominaisuus, eli siinä on älyä, joka linkittää kojeita toisiinsa. Tämän takia kaavioiden kojeista piti luoda pääpiirin ja ohjauspiirin osat siten, että kopioidessa ei linkitys katoa symbolien väliltä. MagiCAD käyttää isäntä/orja-toimintoa, jossa pääpiirin symboli pitää luoda ensin kuvaan ja sen mukaan luoda ohjauspiirin symboli. Näin tehdessä symbolit linkittyvät toisiinsa ja näyttävät symbolien parien osoitteet kaaviossa. (Kuva 20.)



Kuva 20. Esimerkki MagiCADn isäntä- ja orja-komennoista. Orja-komennolla piirretään kontaktorin koskettimet ja kela ohjauspiiriin, ja isäntä-komennolla piirretään komponentin kaikki koskettimet ja kela kootulla esitystavalla pääpiiriin.

Työssä alkuun suunnittelimme tekevämme jokaiselle pääkaaviosymbolin mahdolliselle piirikaavioille oman tiedoston. Tämä osoittautui kuitenkin huonoksi ideaksi, koska tulevien piirikaavioiden määrä olisi ollut liian suuri. Myöhemmin kehitin idean, että jokaisessa tiedostossa olisi enemmän kuin yksi piirikaavio, joista ensimmäinen toimisi pohjana aina uutta piirikaaviota aloittaessa (kuva 21). Näistä pohjista olisi helppo aloittaa uuden piirikaavio tekeminen, koska jokainen pääkaaviossa näytettävä koje olisi jo paikallaan piirikaaviossa ja valmiiksi johdotettuna. Täten suunnittelijoiden ainoana työvaiheena piirikaavioissa olisi täyttää ohjauskaavioon tarvittavat ohjauskomponentit.

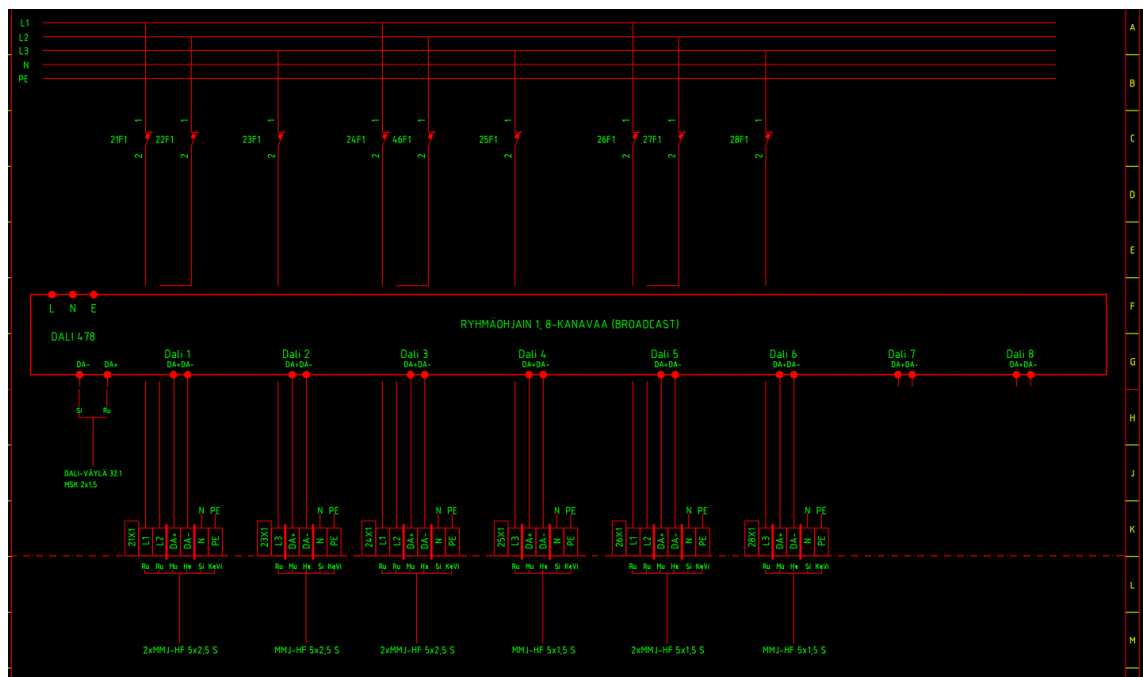


Kuva 21. Pohjana toimiva piirikaavio.

Mallipiirikaavioista piti tehdä myös helposti kopioitavia. Tähän työvaiheeseen suunniteltiin, että jokaisen piirikaaviolehden reunojen ja nimiöiden taso olisi lukittu. Tällöin kopioidessa piirikaavioita ei tulisi mukana reunoja tai nimiötä. Kopiointia helpottamaan piti myös tarkistaa, että jokaisen kojeen parin linkitys olisi kunnossa. Jos näin ei ollut, olisi kaaviota kopioidessa jäänyt symbolien liitännät riviliitinpakasta ilmoittamatta. Myös symbolien tekstikenttä olisi jäänyt tyhjäksi, jos linkitys olisi jäänyt tekemättä.

Mallipiirikaavioiden toisena vaiheena oli piirtää mahdollisimman valmiita kaavioita. Nämä kaaviot oli piirretty siihen vaiheeseen, että niistä piti täyttää vain kaavion nimiö, ryhmänumero ja kaapeli. Muutaman piirikaavio kohdalla kehitin tekstin, joka laitettiin tasolle, joka ei näy PDF-tiedostoissa. Tämän tekstin tarkoitus oli ohjeistaa ja muistuttaa suunnittelijaa täyttämään viimeiset osat kaavioista. Osa valmiiden piirikaavioiden piirtämisestä jätettiin myöhempään vaiheeseen, sillä kaavioita tulisi vielä monta sataa tehtäväksi ja muutoksia saattoi vielä tulla nykyisiin kaavioihin.

Perusohjattavien lähtöjen piirikaavioiden suunnittelun jälkeen tuli vaiheeksi kehitellä mallipiirikaavion kirjaston rakennetta automaatiolaitteita ja muita erikoispiirikaavioita varten. Tähän kategoriaan kuului keskuskojeita kuten emännänkytkimen, varavoiman, DALI- ja rakennusautomaation piirikaaviot. Itselläni ei ollut näistä suurta kokemusta, joten sain tehtäväksi etsiä kyseisiä ohjauksia aiemmista Rambollin projekteista. Tätä hakuvaihetta edisti paljon, kun kysyi työkavereilta, ovatko he käyttäneet näitä kaavioita joskus. Isona ongelmana näissä kaavioissa oli se, ettei näitä kaavioita ollut piirretty MagiCAD-ohjelmalla. Toiseksi ongelmaksi muodostui kaavioitten erilaisuus, kun jokainen suunnittelija oli tehnyt oman piirikaavionsa.



Kuva 22. Keskuskoje, Dali-ryhmäohjain, piirikaavio.

Keskuskojeiden piirtäminen oli hieman vaikeaa, koska suurin osa kojeista oli luotu AutoCAD "Block" -muotoon. Block-muoto on sikäli hankala, että se on lukittu paketti, jonka sisältöä voi muokata vain avaamalla sen erikseen. Myös mallipiirikaavioiden rakenne vaihtui hiukan, koska kaaviot eivät olleet enää yhdellä sivulla. Tämä tarkoitti, että piirikaavion sivuja kopioidessa piti varautua lisäämään päätiedostoihin useampia sivuja.

Vaikein koje itselleni oli pääkeskuksien pääkatkaisijoiden piirikaaviot. Ongelmana oli, etten ole koskaan joutunut miettimään katkaisijoiden ohjauksia. Myös se, että nämä

toimivat automaatiolla ja käsiohjauksella samaan aikaan, tuotti minulle ongelmia. Näissä malleina toimivat muutaman kauppakeskuksen pääkeskuksen piirikaaviot. Niissä kaaviossa on käytetty molempia ohjauksia samaan aikaan, jotta voitaisiin mahdollisen sähkökatkon tai huollon aikana ohjata sähköt muualta automaation avulla tai käsin ohjattuna. Tämä mahdollistaa kauppakeskuksen jatkuvan toiminnan sähkökatkojen aikana.

9 Piirikaavioiden suunnittelun apusovellus

Rambollilta tuli pyyntö työtä aloittaessa, että suunnittelisin keinon, joka avustaisi piirikaavioiden suunnittelua. Sähkökeskusten pääkaaviosymbolien ja mallipiirikaavioiden tekemisen jälkeen alkoi sovelluksen suunnittelu. Tarkoitus on, että sovellusta voitaisiin käyttää AutoCAD-ohjelmalla. Työnäni oli sovelluksen toiminnan kehittäminen ja koodaaminen jäisi Rambollin oman AutoCAD-ohjelmoijan käsiin. Sovellusta varten kehitelin kolme erilaista ehdotusta, miten käyttöliittymä voisi toimia. Kaikki vaihtoehdot ovat AutoCADlle tarkoitettuja.

Ensimmäisenä vaihtoehtona oli alasvetovalikko, joka toimisi mallipiirikaaviorakenteen mukaan. Tästä valittaisiin piirikaaviopohja aina sulakkeiden ja ryhmän ohjaustavan mukaan.

Toisena vaihtoehtona oli luoda uusi komento, joka kirjoitettaisiin ohjelman komentoriville. Komennon kirjoittamisen jälkeen hiiren kursoriin tulisi valinta komento, jolla pitäisi klikata oikean ryhmän pääkaaviosymbolia. Tämän jälkeen aukeaisi joko kyseisen ryhmän mallipiirikaaviokansio, tai komento lähettäisi ryhmän mallipiirikaavio-osoitteen leikepöydälle ja suunnittelija kävisi itse liittämässä sen resurssienhallinnassa olevaan tekstikenttään ja pääsisi siten käsiksi mallipiirikaavioihin.

Kolmas vaihtoehto toimisi taas uutena komentona, joka avaisi uuden ikkunan. Ikkunasta valittaisiin taas mallipiirikaavio kirjaston rakenteen mukaan. Komennon loppuun päästyä tulee mahdollisuus joko valita, mikä kaavio tarvittaisiin, tai tulisi linkki mallipiirikaaviokirjastossa olevan kyseisen symbolin kansioon.

Näiden vaihtoehtojen toteuttaminen oli kuitenkin mahdotonta ilman MagiCAD-ohjelman muokkaamista, jota Rambollilla ei voitu tehdä. Päädyimme kuitenkin tekemään tiedoston, jossa on kaikki pääkaaviosymbolit ja jokaiseen symboliin on laitettuna AutoCAD-ohjelmassa oleva toiminto Hyperlink. Tämän komennon avulla laitoimme jokaiseen ohjattuun symboliin linkin, joka avaa suoraan Rambollin verkkolevyiltä piirikaavion kyseiseen pääkaaviosymboliin.

Rambollilta tuli vielä toive, että tästä tiedostosta tehtäisiin PDF-versio. PDF-tiedostoa olisi huomattavasti helpompi käyttää, koska tiedostoa voidaan pitää esillä toisella näytöllä sillä välin, kun suunnittelija käy läpi pääkaavion sulakkeita AutoCAD-tiedostosta. Ideana olisi, että jokaiseen symboliin liitetty Hyperlink-ominaisuus säilyisi ja voisimme avata tämän PDF-tiedoston kautta haluamme mallipiirikaaviotiedostot. Kyseistä tiedostoa tehdessä tuli heti vastaan ongelmaksi, että Rambollin tulostinasetukset AutoCADilla eivät mahdollistaneet kojeisiin tehtyjä linkkejä. Tämän olisi voinut ratkaista luomalla PDF-tiedostossa kojeitten päälle oman linkin, joka olisi avannut nämä mallipiirikaaviot. Tästä ideasta luovuttiin, koska uusien symbolien lisääminen tiedostoon olisi vaatinut aina uuden PDF tiedoston luomisen ja uusien linkkien tekemisen. Tähän PDF-tiedoston tekemiseen ratkaisu löytyi pienen Google-haun jälkeen. Tiedoston luomiseen jouduimme käyttämään täysin omia tulostusasetuksia kyseiselle tiedostolle, jotta linkit jäisivät. Näin saimme tehtyä tiedostosta helposti muokattavan.

10 Yhteenveto

Piirikaavioiden piirtämistä ei tulla vielä pitkään aikaan, jos koskaan, lopettamaan. Niitä käytetään vielä paljon, jotta asentajat osaisivat ja ymmärtäisivät, miten suunnittelijat haluavat laitteistojen toimivan. Kaavioiden käyttäminen on myös tärkeää korjaustyössä, koska virheitä pystytään etsimään piirikaavioiden avulla paljon helpommin kuin ilman kaavioita. Jos piirikaavioiden piirtäminen suunnittelutoimistoissa lopetettaisiin, sähköisten piirien suunnittelu jäisi sähköasentajille tai heidän esimiehilleen. Tämä nopeuttaisi sähkösuunnittelua hiukan, kun ei tarvitse miettiä liikaa piirien toimintaa, mutta lopputulos saattaisi olla huonosti toimiva sähkölaitteisto.

Ennen piirikaavioiden luomista piti Rambollille tehdä uusi pääkaaviosymbolikirjasto. Näiden tekeminen tapahtui vanhoja symboleja käyttäen malleina uusille. Erona vanhoihin symboleihin oli näiden tapa kiinnittyä kiskoihin keskuksen pääkaaviossa. Myös muutamia uusia symboleita tuli kehitettyä, kuten DALI, ja muita automaatiokojeita.

Opinnäytetyössä tarkoituksena oli tehdä mahdollisimman helpoksi piirikaavioiden suunnittelu. Tätä varten tein työssä piirikaavion suunnitteluohjeen. Tämän piirikaavio-ohjeen tarkoitus olisi opastaa tulevia ja nykyisiä työntekijöitä siinä, miten kaavioita piirretään. Ohjeeseen tehty piirikaaviokomponentit-osio auttaa suunnittelijoita ymmärtämään, miten jokaisen laitteen tulisi toimia ja miten niitä kytketään. Piirikaavioiden komponenttien merkkauksen oheistus oli ohjeen vaikein osio tehdä, mutta lopputulos tästä on ehkä tärkein osio ohjeesta. Aiemmin Rambollin piirikaaviot saattoivat olla keskenään aivan erilaisia, sillä jokaisella suunnittelijalla oli oma tyylinsä merkata kojeet ja kytkentäpisteet. Nyt on jokaisen kaavion alkuun laitettu etulehti, jossa on komponenttien nimi ja numerointiohje.

Piirikaaviomallit, jotka työhön piirsin, on tehty nykyisen Rambollin ohjeen mukaan. Näiden valinta on tehty mahdollisimman helpoksi jokaisen sulaketyypin mukaan. Ohjeen ja mallien avulla voi suunnittelijat aloittaa piirikaaviot jo valmiista pohjasta. Pohjissa ovat tarvittavat kojeet, joita jokaiseen pääkaaviosymboliin kuuluu. Myös johdotus ja riviliittimet ovat sijoitettuina kaavioihin. Piirikaavioiden mallitiedostoihin on myös tehty mahdollisimman monta valmista piirikaaviota, joista olisi helppo valita oikea piirikaavio tarvittavaan

tilanteeseen. Ihan alusta aloitettavan piirikaavion suunnittelua on nopeutettu, koska tiedostoissa on valmis piirikaaviopohja.

Työhön suunnitellusta piirikaavion apusovelluksesta jouduttiin luopumaan. Ongelmaksi tuli, ettei niitä voitu tehdä ilman MagiCAD-ohjelman kehittäjien yhteistyötä. Sovelluksen suunnitelmat jätettiin kuitenkin talteen, jos myöhemmin tulee MagiCAD-ohjelmaan päivitys, joka mahdollistaa linkkien liittämisen MagiCAD-symboleihin. Vaikka emme pystyneet käyttämään työhön suunnittelemani toimintoja piirikaavioiden valintaan, onnistuimme kuitenkin tekemään tiedoston, josta on mahdollisuus valita piirikaavio pääkaaviosymbolin perusteella. Tämän tiedoston avulla on jo paljon nopeampaa lähteä suunnittelemaan keskuksiin piirikaavioita.

Tämän työn tarkoitus oli myös tuottaa mallipiirikaaviot Rambollille ja kehittää tapa, jolla aloittava suunnittelija voi helposti luoda piirikaaviot. Työn tulos nopeuttaa piirikaavioiden suunnittelua huomattavasti, koska ei tarvitse etsiä kaavioita vanhoista projekteista, vaan voidaan käyttää valmista piirikaaviokirjastoa. Työn ohessa tuli opittua erilaisia piirustusmenetelmiä ja uusia kytkentätapoja piirikaavioihin, joiden avulla minun on helpompi jatkaa eteenpäin piirikaaviosuunnittelussa.

Lähteet

- 1 Jumpponen, Eino. 1991. Sähköpiirustuskirja. Espoo: Suomen Sähkö- ja teleura-koitsijaliitto ry
- 2 Yritys. 2019. Verkkoaineisto. Ramboll Finland. <https://fi.ramboll.com/ramboll_finland_oy> Luettu 15.01.2019
- 3 LVIA- ja sähkösuunnittelu. 2019. Verkkoaineisto. Ramboll Finland. <https://fi.ramboll.com/palvelut/kiinteistot_ja_rakentaminen/suunnittelu-ja-projektipalvelut/lvia-ja-sahkosuunnittelu> Luettu 15.01.2019
- 4 SFS-EN 61082-1. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: säännöt. 2015. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
- 5 Sulakkeeton suojaus. 2015. ST 53.45. ST-kortisto. Sähkötieto ry
- 6 Aimo, Pere. 1998. Koneen- ja sähköpiirustuksen perusteet. Espoo: Kirpe Oy.
- 7 Sähkötekniikan johdotuskaavioissa käytettäviä piirrosmerkkejä. 2017. ST 13.54. ST-kortisto. Sähkötieto ry
- 8 Sähkötekniikan jakokeskusten pääkaavioissa käytettäviä merkkejä ja merkkiryhmiä. 1993. ST 13.55. ST-kortisto. Sähkötieto ry
- 9 Sähkötekniikan piirikaavioissa käytettäviä piirrosmerkkejä. 2016. ST 13.53. ST-kortisto. Sähkötieto ry