



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

MIIKKA AUNIO

Piirikaaviokirjaston luominen yritykselle Karawatski Oy

Opinnäytetyö

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA 2025

TIIVISTELMÄ

Aunio Miikka: Piirikaaviokirjaston luominen yritykselle Karawatski Oy
Opinnäytetyö, AMK
Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka
Toukokuu 2025
Sivumäärä: 37

Tämä opinnäytetyö tehtiin Karawatski Oy:lle. Opinnäytetyön aiheena oli piirikaaviokirjaston luominen Karawatski Oy:lle.

Opinnäytetyön alussa kerron yrityksestä ja sen tarjoamista palveluista. Opinnäytetyössä kerrotaan tietoa piirikaavioista standardien ja muiden määräyksien avulla. Työssä luodaan piirikaaviokirjasto, jota yritys pystyy tulevaisuudessa käyttämään nopeuttaakseen piirikaavioiden suunnittelua. Piirikaaviot luodaan kansioihin ja niiden rakenteista tehdään mahdollisimman geneerisiä, tällä tavalla niitä pystytään käyttämään monissa eri kohteissa ja niiden tekstitietoja pystytään muokkaamaan helposti. Työssä tullaan näyttämään miten kirjasto toimii ja miten sitä pystytään käyttämään käytännössä.

Avainsanat: Piirikaavio, Sähkösuunnitelu, Kaavio, Sähkökeskus

Abstract

Aunio Miikka: Creating a District Diagram Library for a Business Karawatski Oy

Bachelor's thesis

Bachelor of Engineering, Electrical and Automation Engineering

May 2025

Number of pages: 37

This thesis was done for Karawatski Oy. The topic of the thesis was the creation of a district diagram library for Karawatski Oy.

At the beginning of thesis, I will tell about the company and the services it provides. The thesis provides information on circuit diagrams using standards and other specifications. The work creates a circuit diagram library that the company will be able to use in the future to speed up the design of circuit diagrams. Circuit diagrams are created in folders and their structures are made as generic as possible, this way they can be used in many different projects and their text information can be edited easily. The work will show all the library works and show how it can be used in practice.

Keywords: Circuit diagram, Electrical wiring design, diagram, switchboard

ALKUSANAT

Haluan kiittää Karawatski Oy:tä, että sain kunnian tehdä heille tämän työn. Olen kiitollinen, siitä että sain mahdollisuuden tehdä heille tämän opinnäytetyön. Haluan myös kiittää ohjaajaani Marko Ylistä työn auttamisessa ja ohjaamisessa tässä opinnäytetyössä.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Eettinen tarkastelu.....	6
2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA	7
3 SUUNNITTELUOHJELMA MAGICAD	8
3.1 Magicad Electrical	8
3.2 Magicad Circuit desinger	8
3.2.1 Otsikkolohkot piirikaavioihin.....	9
3.2.2 Sähköpiirien piirto ja muokkaus	9
3.2.3 Sähköpiirikaavioiden tulostaminen.....	9
3.2.4 Symbolikirjasto.....	10
4 PIIRIKAAVIO.....	10
4.1 Piirrosmerkit	11
4.2 Piirrosmerkkien koottu esitystapa	12
4.3 Piirrosmerkkien vapaa esitystapa.....	12
4.4 Sähkönsyötön esittäminen	13
4.5 Sähkötekniikan piirikaavioissa käytettäviä merkkejä ja merkkiryhmiä	14
5 KOMPONENTIT	15
5.1 Ylivirtasuojat	15
5.2 Vikavirtasuojat	15
5.2.1 Vikavirtasuojan käyttö.....	16
5.3 Kontaktorit	17
5.4 Ohjaukseen ja suojaukseen käytettävä kytkinlaite	18
6 HAASTATTELU	18
6.1 Piirikaavion läpikäynti	18
6.2 Ohjatut lähdöt	23
6.3 Ohjausjännite	24
6.4 Piirikaavion malli ja toiminta Karawatski	24
6.5 Ulkovalaistuksen ohjaus	25
6.6 LVI lähdöt	27
7 KIRJASTON LUOMINEN	28
8 KIRJASTON TESTAUS	30
9 KIRJASTON YLLÄPITO	35
10 POHDINTA	35
LÄHTEET.....	37

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on tehdä piirikaaviokirjasto Karawatski Oy nimiselle yritykselle. Työssä käydään yksityiskohtaisesti erilaisia komponentteja läpi, joita käytetään piirikaavioissa. Työssä tehdään piirikaaviokirjasto yrityksen käyttöön. Tarkoituksena on tehdä kirjasto, joka sisältää erilaisia piirikaaviopohjia, kuten valaistuksen ohjauksia, kontaktori ohjauksia ja pistorasia ohjauksia. Työllä pystytään suoraan esimerkiksi yhdistämään sähkökeskuskuvia piirikaavioihin yhdellä painalluksella Magicad ohjelmassa. Työn tavoitteena on, että tulen itse opiskelun kautta oppimaan piirikaavioista enemmän ja sitä kautta tulevaisuudessa pystyisin tekemään piirikaavioita itsenäisesti. Tarkoitus on, että tulevaisuudessa yrityksen työntekijät pystyvät käyttämään kirjastoa ja siten nopeuttamaan piirikaavioiden luomista uusiin projekteihin.

1.1 Eettinen tarkastelu

Tässä opinnäytetyössä keskitytään piirikaavioiden suunnitteluun, sekä siihen liittyviin standardeihin ja määräyksiin. Opinnäytetyö ei kohdistu suoranaisesti ihmisiin, mutta eettinen toiminta asiakkaan ja muiden ihmisten kanssa on otettu huomioon.

Erilaisia eettisiä ohjeita on määritetty tutkimuseettisen neuvottelukunnan toimesta. Ohjeita, joita on määritetty neuvottelukunnan toimesta ovat ihmisten perusoikeudet, yksityisyys sekä sananvapaus. Tällaisella toiminnalla on tavoitteena välttää negatiivisia vaikutuksia, joita saattaisi syntyä kyseisestä työstä. Henkilöitä, joiden mielipidettä on kysytty opinnäytetyötä varten on käsitelty luottamuksellisesti sekä he ovat tietoisia siitä, että haastattelut ovat tulleet opinnäytetyöhön. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023.)

Haastateltuilta henkilöitä ei ole kysytty voimakkaita mielipiteitä eikä heitä ole painostettu erilaisiin kysymyksiin. Projektissa mukana olleiden ihmisten kanssa on luotu avoin ja luottamuksellinen suhde. Haastattelujen henkilöt ovat työpaikan eri työntekijöitä. Opinnäytetyössä keskitytään vertailemaan eri laitteiden ja laitteistojen teknisiä ominaisuuksia kerätessä mielipiteitä eri laitteista ja niiden toimintatavoista ei olla kerätty henkilötietoja ja tutkittavilta on myös samalla kysytty haastatteluun suostumus.

2 TYÖN TOIMEKSIANTAJA

Toimeksiantaja tälle työlle on Karawatski Oy. Karawatski Oy on naantalilainen sähkötekniinen insinööritoimisto, joka on erikoistunut sähkö- ja telesuunnitteluun, sekä erilaisten kohteiden valaistussuunnitteluun. Yritys on perustettu vuonna 1989. Yrityksen päätoimipiste on Naantalissa, tämän lisäksi yrityksellä on toimistot Helsingissä ja Porissa. Karawatski Oy:n liikevaihto vuonna 2023 oli 1.2 miljoonaa euroa. (Finder.fi, n.d.) Yrityksellä on yhteensä 14 työntekijää. Yritys aloitti sähköisen piirtämisen ja suunnittelun jo 90-luvun lopulla.

Karawatski Oy on osaava ja tunnustettu sähkötekniinen suunnittelutoimisto. Suunnittelualalla Karawatski Oy on keskikokoinen yritys. Sähkösuunnittelu alalla yritys on suuri. Yrityksen asiakaskunta on päälähtöisin julkisia hankintoja, mutta suhdanteen kautta myös yksityisiä asiakkaita yritykseltä löytyy. Karawatski Oy:n referenssilista on pitkä ja monipuolinen. Heillä on ollut monia asuinrakennuksia, arvorakennuksia, IT-rakennuksia, koulurakennuksia, kylpylöitä, uimahalleja, vanhainkoteja, julkisia rakennuksia sekä sairaala ja terveyskeskuksia. Kohteita on tullut paljon heidän pitkän uransa aikana. (Karawatski, n.d.)

3 SUUNNITTELUOHJELMA MAGICAD

Tämän opinnäytetyön tärkeimpinä tiedonhaku lähteinä käytetään eri sähköalan standardeja ja erilaisia sähköalaan liittyviä kirjallisuuksia. Karawatski Oy on käyttänyt Magicad suunnitteluohjelmaa jo 20 vuotta. Tulen käyttämään Magicad piirikaaviosuunnittelu ohjelmaa työn tekemiseen ja siitä tullaan kirjoittamaan täysin oma kappaleensa. Vertailukohdetta eri suunnitteluohjelmasta ei tulla näyttämään.

Tässä työssä käytin Magicad suunnitteluohjelmaa. Magicadin sisälle on rakennettu erilaisia suunnitteluun liittyviä alalajeja, kuten piirikaavioiden suunnitteluun tarkoitettu osio (Magicad Circuit Desinger). Käytän opinnäytetyössä pääosin Magicad Circuit Desingernia.

3.1 Magicad Electrical

Magicad Electrical on kattava tietomallinnusohjelmisto sähkösuunnitteluun ja – laskentaan. Magicad electricalissa ovat kehittyneet ja tehokkaat työkalut suunnittelijaa varten. Työkalut, jotka ovat käytettävissä Magicad electrical moduulin sisällä mahdollistavat edistyneet sähkölaskennat, nopeuttavat sähköjärjestelmien mallinnusta ja helpottavat kaaviokuvien luomista. (Magicad, 2024.)

3.2 Magicad Circuit desinger

Magicad Circuit desinger on älykäs työkalu piirikaavioiden luomista varten. Sen avulla pystytään luomaan niin yksinkertaisia kuin monimutkaisia piirikaavioitakin. Magicad Circuit Desingerin avulla piirikaavioiden suunnittelu voidaan aloittaa joko johdotus- tai piirikaaviopuolelta. (Magicad, 2024.)

3.2.1 Otsikkolohkot piirikaavioihin

Magicadin avulla voidaan luoda sekä tallentaa mukautettuja otsikkolohkoja piirikaavioihin. Käyttäjä pystyy määrittämään otsikkotaulukossa käytettävät yhteiset tiedot esimerkiksi ominaisuudet, attribuutit sekä arvot, joita halutaan lisätä jokaiselle sivulle. Halutessaan ne voidaan yhdistää Magicad-Electrical projektitiedostoihin, jolloin otsikkolohkojen attribuutteja pystytään hallitsemaan projektin kautta suoraan. Sillä mahdollistetaan keskitetyn tietojenhallinnan ja varmistetaan yhtenäisen dokumentaation yrityksen tai projektin vaatimusten mukaisesti. (Magicad, 2024.)

3.2.2 Sähköpiirien piirto ja muokkaus

Piirikaaviosuunnitelmaa suunnitellessa Magicad tekee älykkäillä työkaluilla ja informaatorikkailla komponenteilla piirikaaviosuunnittelusta helppoa. Piirikaavioon lisättäessä uusia elementtejä niitä on helppo muokata ja säätää. Halutessasi voit muuttaa eri objektityyppien ominaisuuksia, siirtää attribuutteja sekä päivittää erilaisia viitetekstejä. Magicadin avulla voidaan myös piirikaavio linkittää sähkökeskuksen kaavioon. Silloin sähkökeskuksen piirinumeroinnit päivittyvät automaattisesti niiden välillä. (Magicad, 2024.)

3.2.3 Sähköpiirikaavioiden tulostaminen

Magicad tarjoaa tehokkaat työkalut, jotka mahdollistavat sivujen ja objektien hallinnan tulostusalueita varten. On mahdollista luoda jokaisesta sivusta uusi tulostusalue ja ohjelmisto säätää siihen rajaukset automaattisesti, jotta ne saadaan vastaamaan oletusarvoista tulostuspaperin kokoa. Ohjelmistossa on lisäksi käytettävissä PDF- vientitoiminto. Sen avulla tulosteet onnistuvat nopeasti ja vaivattomasti. (Magicad, 2024.)

3.2.4 Symbolikirjasto

Magicad sisältää laajan vakiokirjaston symboleille, joita piirikaaviossa käytetään. Vakiokirjasto kattaa erilaisia objekteja ja muiden kansallisuuksien symbolisarjoja. Sen avulla pystyy myös helposti luomaan omia mukautettuja symboleja. Luodaksesi oman symbolin täytyy valita, mitkä objektit kyseiseen symboliin kuuluu. Kun objektit on valittu niille pitää valita lisäyispiste sekä liitäntäpisteet. Kun olet saanut tehtyä symbolin ja olet siihen tyytyväinen sitä, voidaan esikatsella ja siihen voidaan lisätä tietoja esim. mihin ryhmään se kuuluu, siihen voidaan lisätä nimiliite ja voidaan luoda oma kuvaus kyseiselle symbolille. (Magicad, 2024.)

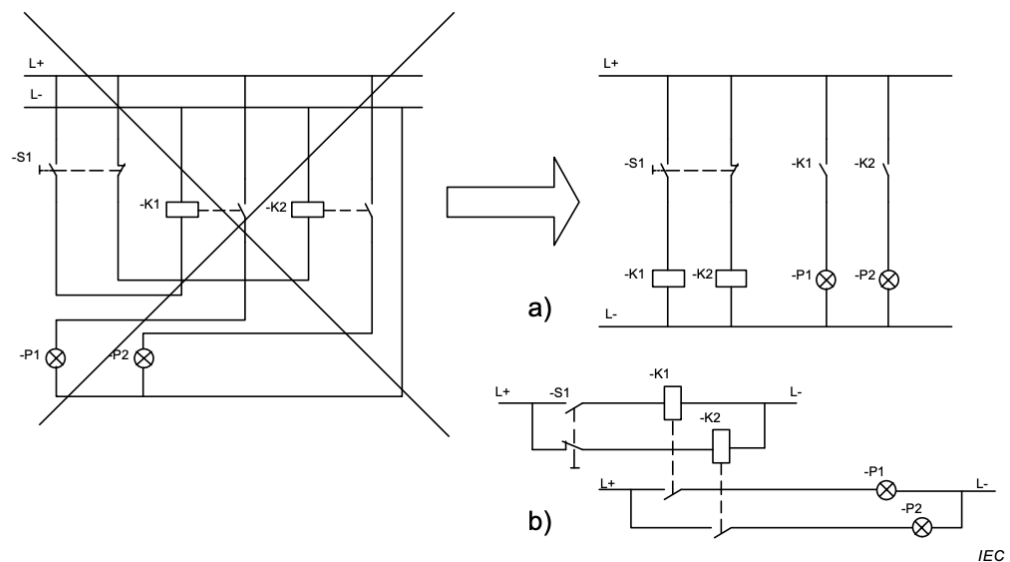
4 PIIRIKAAVIO

Piirikaavio on kaavio, joka antaa informaatiota komponenttien keskinäisestä vaikutuksesta sähköpiirissä ja lisäksi informaatiota fyysisistä liitännöistä. Piirikaaviossa tulee esittää vähintään kohteen toteutuksen keskeiset yksityiskohdat, mukaan lukien komponentit ja niiden väliset liitännät, mutta ilman, että huomioidaan komponenttien fyysisiä kokoja ja muotoja. Piirikaavion tarkoitus on tukea kohteen toiminnan ymmärtämistä.

Piirikaavio laaditaan seuraavien asioiden kanssa:

- Liitäntäviivat, jotka yhdistävät piirrosmerkkejä
- Viitetunnukset, niillä viitataan komponentteihin
- Piirrosmerkit, jotka kuvaavat komponentteja
- Liitintunnukset, ne määrittävät liitosten sijainnit
- Lisätietoja kohteesta, mikä auttaa ymmärtämään kohteen toimintaa
- Loogisille signaaleille soveltuvia signaalitason sopimuksia
- Kulkureittien ja piirien etsimisessä tarpeellista informaatiota (signaalitunnukset, sijaintiviitteet) (SFS-EN 61082-1, 2015, s.55.)

Kaaviossa halutaan korostaa prosessin ja signaalin kulkua. Se onnistuu siten, että asetetaan piirrosmerkit riviin ja samalla pitämällä piirien liitännäviivat suorina. (Kuva 1. (a.)) Kaavion on myös korostettava sen toiminnallisia suhteita, jotta se saadaan onnistumaan, ryhmitellään toiminnallisesti verrannolliset piirrosmerkit yhteen. (Kuva 1. (b.)) (SFS-EN 61082-1, 2015, s.56.)



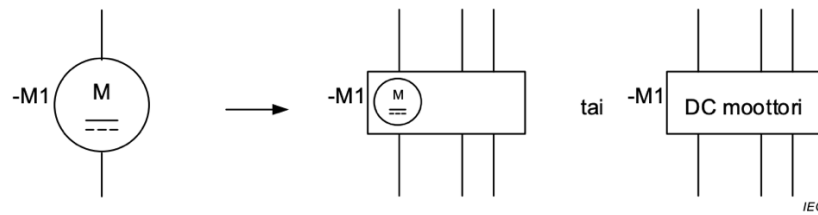
Kuva 1. Vasemmalla esimerkki, jota ei kuulu käyttää. Oikealla tapa, jota pitää käyttää (SFS-EN 61082-1, 2015, s.56.)

4.1 Piirrosmerkit

Piirrosmerkkien on oltava seuraavien vastaavien standardien mukaisia: IEC-, ISO- tai IEC/ISO (esimerkiksi IEC 60617 sähkötekniisille kohteille kaavioissa ja asennuspiirustuksissa). Teknologiasta riippumatta piirrosmerkkejä voidaan käyttää, vaikka kuituoptiikassa, jos toiminnon kuva on samanlainen.

Piirrosmerkeillä saattaa olla vaihtoehtoisia esitysmuotoja, silloin piirrosmerkeiksi pitää valita esitysmuoto, joka parhaiten soveltuu informaation esittämiseksi.

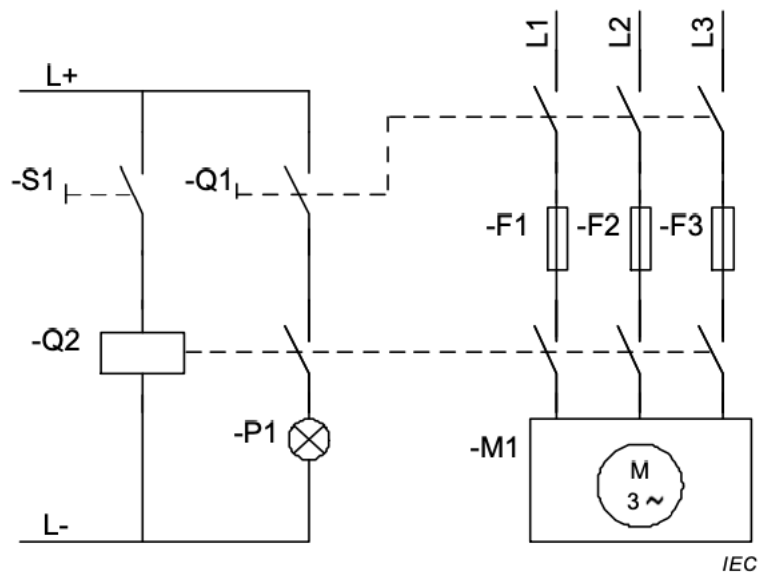
Saattaa tulla tilanne, kun oikeaan tarkoitukseen ei löydy piirrosmerkkiä. Silloin piirrosmerkki voidaan korvata standardin IEC 60617 perusmerkeistä S00059, S00060 tai S00061 täydennettynä piirrosmerkillä, tarkennuspiirrosmerkillä tai selittäväällä tekstillä. (Kuva 2.) (SFS-EN 61082-1, 2015, s. 26.)



Kuva 2. Esimerkki piirrosmerkkien korvaamisesta perusmerkeillä (SFS-EN 61082-1, 2015, s. 27.)

4.2 Piirrosmerkkien koottu esitystapa

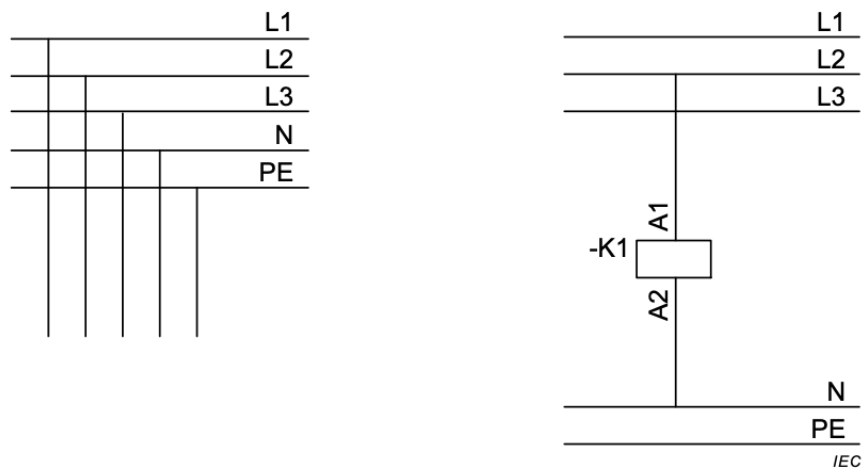
Kaaviossa esitettävien komponenttien osalta piirrosmerkkejä kannattaa käyttää vain silloin, kun kyseessä on yksinkertaisimpien ja suppeimpien piiriohjelmien esittämistä. Mekaaninen yhteys piirrosmerkkien välillä voidaan esittää käyttäen katkoviivaa. Kaksoisviivaa voidaan myös käyttää yhteyksien esittämiseen. (Kuva 3.) (SFS-EN 61082-1, 2015, s.57.)



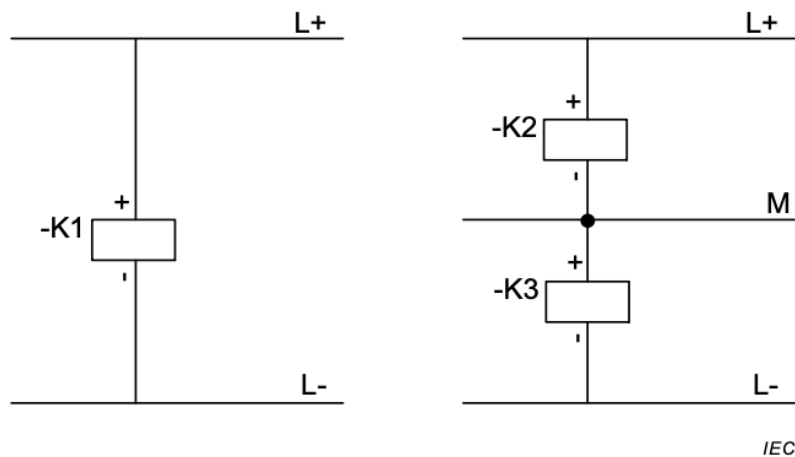
Kuva 3. Piirrosmerkkien koottu esitystapa (SFS-EN 61082-1, 2015, s.57.)

4.3 Piirrosmerkkien vapaa esitystapa

Käyttäessä vapaata esitystapaa piirrosmerkkien esitystavan tulisi auttaa kulureittien ja piirien etsimisessä sekä selkeän sijoittelun saavuttamisessa ilman



Kuva 5. Vaihtosähköyöttöpiirien esitystapa (SFS-EN 61082-1, 2015, s. 63.)



Kuva 6. Tasasähköyöttöpiirien esitystapa (SFS-EN 61082-1, 2015, s. 64.)

4.5 Sähkötekniikan piirikaavioissa käytettäviä merkkejä ja merkkiryhmiä

Piirrosmerkit on ryhmitelty seuraavalla tavalla: Ryhmään 1 kuuluu liitokset, johdotimet, kaapelit ja kiskot. Ryhmä 2 on liittimet. Ryhmä 3 on suojalaitteet. Ryhmä 4 on koskettimet. Ryhmä 5 on moniasentoisten kytkimien asennonosoitus. Ryhmä 6 on koskettimien ohjauksen tarkennusmerkit. Ryhmä 7 on releiden ohjaukkelat. Ryhmä 8 on merkkilamput. Ryhmä 9 on erilaiset mittarit. Ryhmä 10 diodit ja transistorit. Ryhmä 11 sisältää passiivikomponentit. Ryhmä 12 pistoliitinkomponentit- ja laitteet ja ryhmä 13 muut erikoismerkit. (ST 13.53, 2016, s.1.)

5 KOMPONENTIT

Komponentteja saatetaan esittää käyttäen yhtä tai useampaa piirrosmerkin yhdistelmää. Yksittäisiä piirrosmerkkejä voidaan esittää kerran tai monessa eri pohjassa. Yhdistelmiä saatetaan käyttää toistensa läheisyydessä tai erillään toisistaan. Toistensa läheisyydessä sitä kutsutaan kootuksi esitystavaksi ja erillään toisistaan olevia kutsutaan vapaalla esitystavalla. (SFS-EN 61082-1, 2015, s.57.)

5.1 Ylivirtasuojat

Ylivirtasuojia ja vikavirtasuojia voidaan käyttää vikasuojakseen. Sulakkeella, johdonsuojakatkaisijalla tai muulla katkaisijalla saadaan aikaan syötön automaattinen poiskytkentä. Käytettäessä ylivirtasuojaa vikasuojakseen, täytyy selvittää pienin oikosulkuvirran arvo, jolla suojalaite toimii sille vaaditussa ajassa, jotka ovat 0,2 s, 0,4 s ja 0,5 s. Suojalaitteen suojaamasta virtapiiristä todettua pienintä oikosulkuvirran arvoa tulee verrata tähän. Vikasuojaukseen soveltuvat ylivirtasuojat toimivat TN- ja IT- järjestelmissä. Jos maadoitusresistanssi on hyvin pieni niitä, voidaan käyttää myös TT-järjestelmissä. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 248.)

5.2 Vikavirtasuojat

Automaattisesti toimivaa suojalaitetta kutsutaan vikavirtasuojaksi. Sen toiminta perustuu toisenlaiseen vikavirtaan kuin äärijohtimen ylivirtaan. Vikavirtaa voidaan käyttää esimerkiksi äärijohtimien ja nollajohtimien summavirran vaikutuksesta tai suojajohtimen virran vaikutuksesta. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 249.)

Toimintaperiaate: Vaihe- ja nollajohtimen virran summaa mittaa summavirtamuuntaja. Jos summavirta ylittää vikavirtakytkimen sallitut arvot, se avaa virtapiirin hyvin nopeasti ja vikavirtasuojakytkin laukeaa. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 249.)

Ylivirtasuojalaitteita ja ylijännitesuojalaitteita voidaan yhdistää samaan kytkinlaitteeseen vikavirtasuojan kanssa. Kun vikavirtasuojaa käyttää sen toiminta voi olla verkkojännitteestä riippumatonta tai siitä riippuvaista. Jos vikavirtasuojaa laukeaa sen, laukaisu tapahtuu jousivoimalla, eikä se yleensä tarvitse apujännitettä toimiakseen. Normaalissa tilassa laukaisin, joka muodostuu keskomagneetista, on pitoasennossa. Jos käämiin syntyy vikavirta eikä magneettivoima kulje ankkurin kautta sen jousi avaa kytkimen. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 249.)

Kun valitaan vikavirtasuojaa, pitää tietää minkä tyyppistä erilaista kuormitusta vikavirtasuojalla suojattuun piiriin voidaan liittää. A- ja B- tyyppinen vikavirtasuojaa on edellytys standardisarja SFS 6000:ssa. Vaihtovirralla sekä pulssimaisella tasavirralla toimivaa vikavirtasuojaa kutsutaan A-tyypin vikavirtasuojaksi. B-tyypin vikavirtasuojaa toimii puhtaalla tasavirralla. Esimerkiksi sähköajoneuvojen latauspisteiden syötöissä käytetään B-tyypin vikavirtasuojia. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 252.)

5.2.1 Vikavirtasuojan käyttö

Perussuojauksen lisäsuojana käytetään vikavirtasuojia. Vikasuojauksessa vikavirtasuojia käytetään nopeaan poiskytkentään ja palosuojaukseen. Vikavirtasuojien eri käyttötarkoitukset ovat lisäsuojaus, syötön nopea poiskytkentä ja palosuojaus. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 252.)

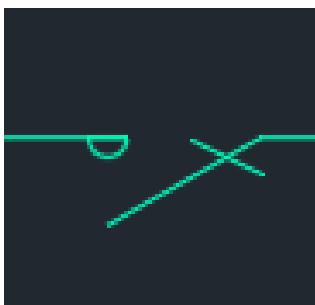
Lisäsuojaukseen tarkoitettu vikavirtasuojaa suojaa, jos muut menetelmät pettävät tai jos käyttäjä on huolimaton. Käyttöesimerkkejä ovat erilaiset ulkopistorasiat, pistorasiat sisällä, kylpy- ja suihkuhuoneen sähkölaitteet, uima-allastilat, rakennustyömaat ja muut tilapäiset asennukset, matkailuajoneuvojen paikoitusalueiden pistorasiat, pienvenesatamien pistorasiat, asuntoihin liittyvät valaistus ryhmät ja sähköajoneuvojen latauspisteet. Näissä esimerkeissä nimellistoimintavirta on enintään 30mA. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 253.)

Syötön nopeaa poiskytkentää käytetään TN-, TT-, ja IT järjestelmissä jos oikosulkuvirta ei ylitä tarpeeksi nopeasti ylivirtasuojaa. Nimellistoimintavirta näissä on yleensä enintään 300 mA. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 253.)

Jos vikavirtasuojaa käytetään palosuojaukseen sillä, koitetaan estää vuotovirtojen aiheuttamia paloja. Niistä esimerkkejä ovat palovaaralliset tilat, maatalouden rakennukset ja lämmityskaapeli-asennukset. Nimellistoimintavirta näissä on enintään 300 mA. (D1, Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry, 2022, 253.)

5.3 Kontaktorit

Kontaktoreja käytetään piirikaavioissa. Se on sähköisesti kelalla ohjattava kytkin, jota käytetään kuormien kytkemiseen ja katkaisemiseen päälle pois toiminnolla. Mitoittaessa kontaktoria pitää tietää nimellisvirta, kytkentä- ja katkaisuvirtapiikki. Kontaktoreissa on yksi tai useampi apukosketin. NO (normal open), joka tarkoittaa normaalisti avointa. NC (normal closed) tarkoittaa normaalisti suljettua. Näillä kahdella merkinnällä ilmaistaan pääkoskettimen asentoa. Sitä ohjataan kelan ohjausjännitteellä. Ohjausjännite saattaa olla 24V AC tai DC tai 230V AC. (Kuva 7.) (Schneider electric, 2024.)



Kuva 7. Yläpuolella kuva kontaktorista keskuskuvassa. (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

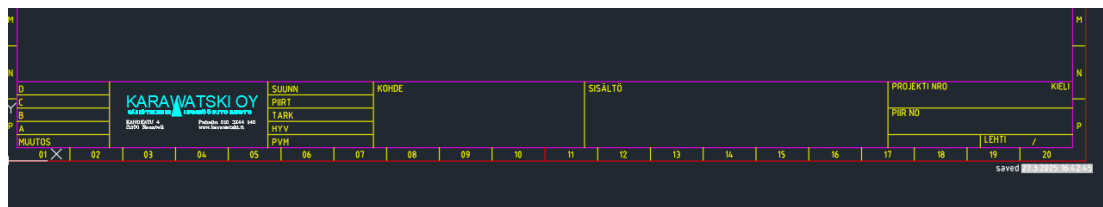
5.4 Ohjaukseen ja suojaukseen käytettävä kytkinlaite

Ohjauksiin käytettävä kytkinlaite on laite, joka pystyy toimimaan ilman käsi-käyttöä, mutta myös paikallisesti manuaalisella käyttölaitteella. Käytettäessä ohjaukseen ja suojaukseen tarkoitettua kytkinlaitetta, toteuttaa se kontaktorin ja ylivirtasuojan eri tehtävät. (SFS-6000-5-53, 2022, s. 11)

6 HAASTATTELU

Haastattelin Mikael Heinilää, joka työskentelee Karawatski Oy:ssä. Hän on erikoistunut yrityksessä piirikaavioiden luomiseen ja suunnitteluun. Kävimme haastattelussa läpi piirikaavioiden toimintaa ja miten minun pitäisi suorittaa opinnäytetyö yritykselle.

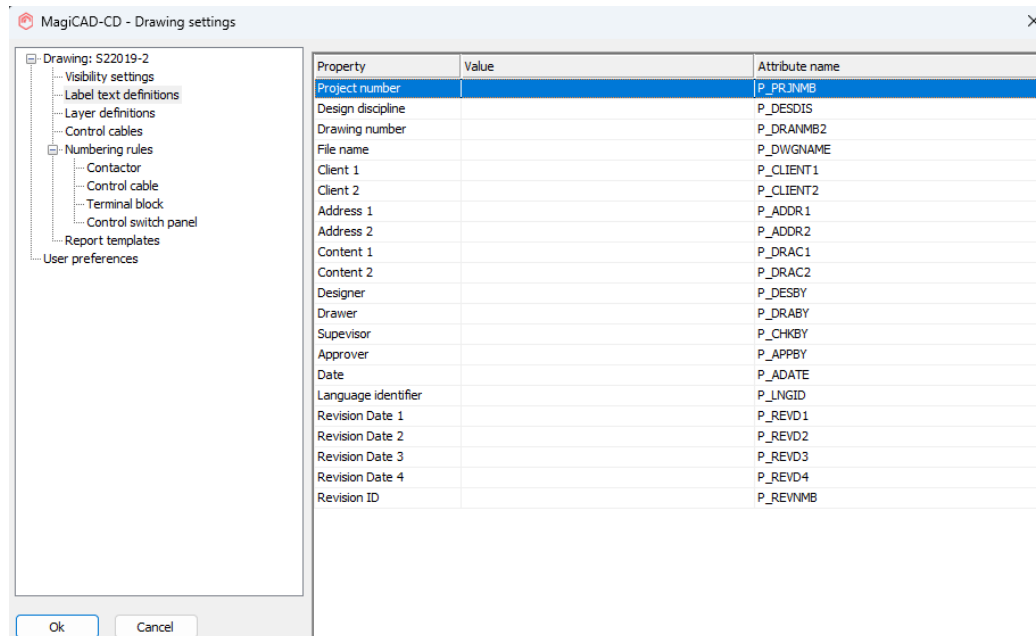
6.1 Piirikaavion läpikäynti



Kuva 8. Karawatski Oy:n käyttämä nimiö piirikaavioissa. (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

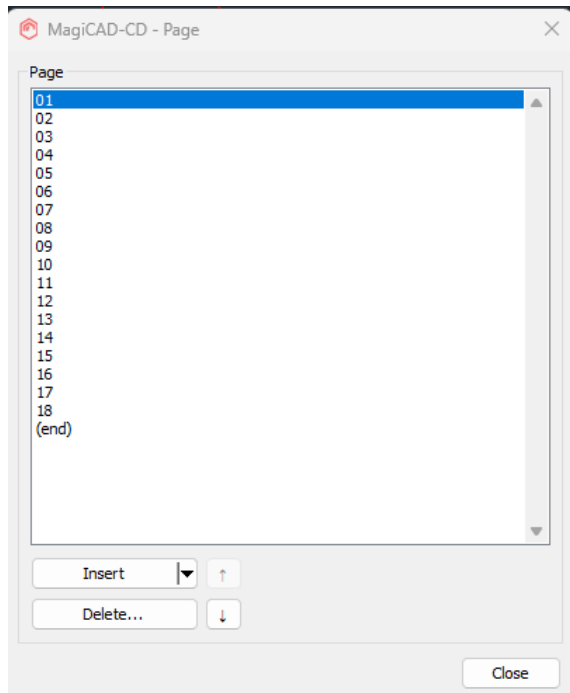
Nimiö on piirikaavion alareunassa ja se sisältää eri tietoja suunnitteilla olevasta kohteesta. (Kuva 8.) Tietojen muokkaaminen on yksinkertaista ja nopeaa. Se tapahtuu preference sivun kautta ja vaikka piirikaaviossa olisi 50 sivua nimiön tiedot päivittyvät jokaiselle sivulle yhdestä paikasta. Preference sivulla on kaikki mitä nimiössä tarvitaan. Sieltä pystyy muokkaamaan projektin numeroa, piirustusnumeroa, kansion nimeä, asiakkaan nimeä, osoitetta johon työ on suunnitteilla, keskuksen nimen, suunnittelijan nimen, päivämäärän ja jos työhön tulee revisio merkintöjä niitä, pystyy muokkaamaan myös sieltä. Niiden

muokkaaminen tapahtuu kaksois- klikkaamalla sitä kohtaa mitä ollaan muokkaamassa. Alla kuva (Kuva 9.) preference sivusta, jossa pystytään muokkaamaan projektin tietoja.



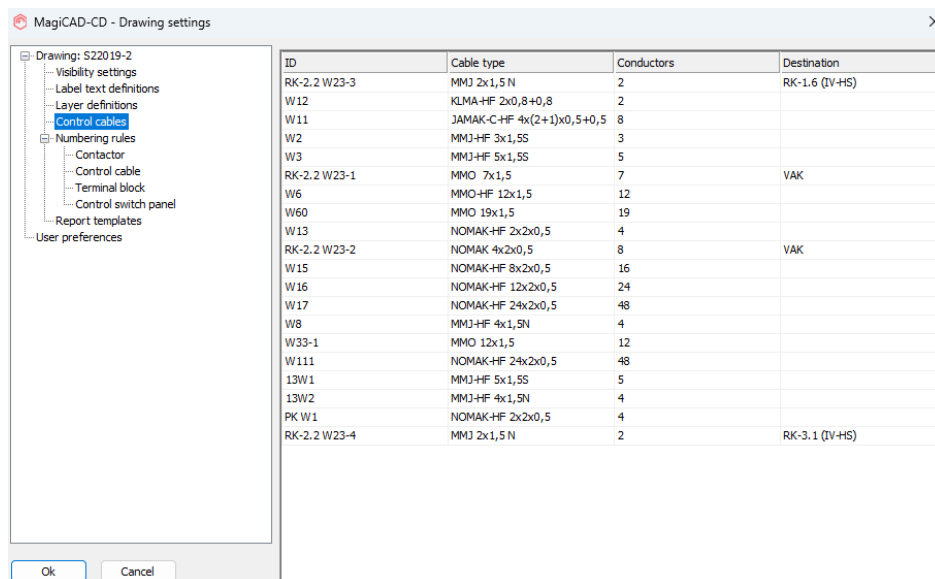
Kuva 9. PREFERENCES (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Jos piirikaavioista halutaan poistaa tai lisätä sivuja tapahtuu se PAGES välilehden avulla. Piirikaavio välilehtiä ei saa poistaa tai kopioida suoraan olemassa olevasta pohjasta. Pages sivu vasemmassa reunassa on INSERT ja DELETE näppäimet. Insert näppäimellä saadaan lisätty pelkkä tyhjä sivu tai sitten otettu toisesta DWG:stä piirikaaviopohja. Alla (Kuva 10.) kuva pages sivusta, jossa voidaan joko lisätä tai poistaa sivuja.



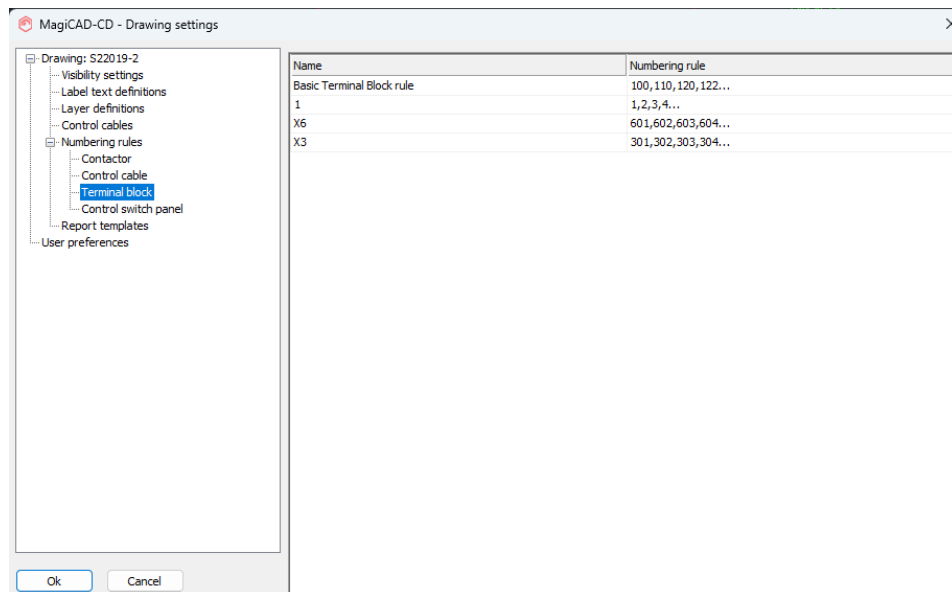
Kuva 10. PAGES (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Johdot, joita piirikaaviossa käytetään, pystytään määrittelemään myös preference sivulta (Kuva 11.). Niitä pystytään määrittämään ja nimeämään jokaiselle komponentille. Nimeämisessä käytetään keskuksen tunnusta ja jos ryhmänumeron alla on monta eri kaapelia, kaapeli merkata W23-1 (esimerkiksi RK 2.2 W23-1.) (Kuva 12.)



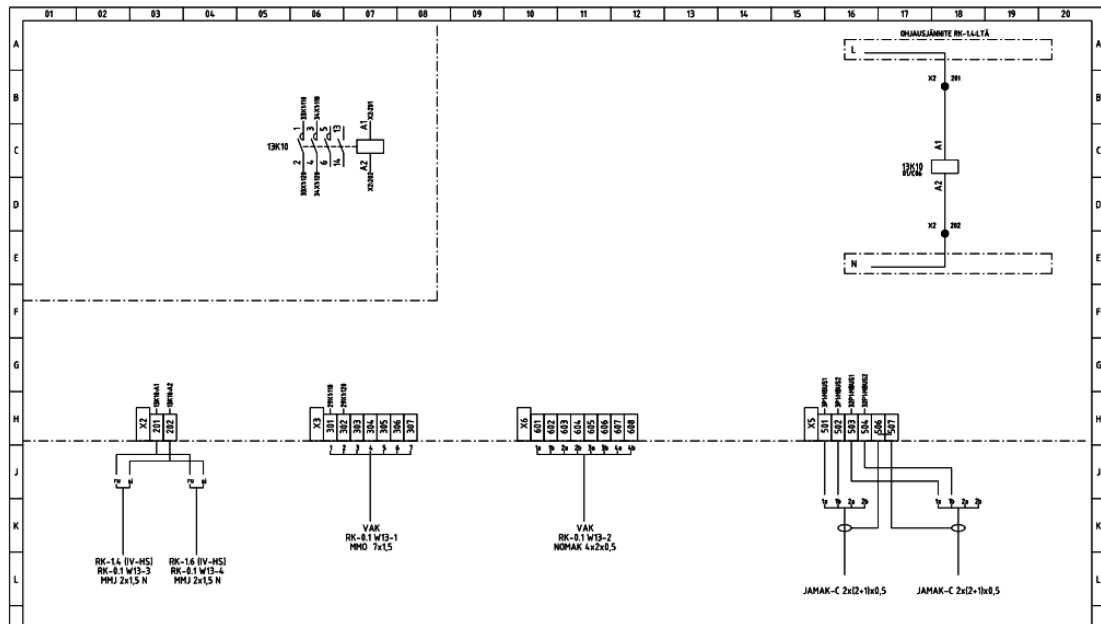
Kuva 11. PREFERENCES, Cables (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Preferencen kautta pystyy myös luomaan omia muokattuja riviliittimiä. Niihin pystyy halutessaan merkata omat numerot, joita ohjelma pyydettäessä käyttää. Jos käytetään NOMAK johtoa, jossa on 24 paria. Tällöin riviliittimiä tarvitaan 48. Niiden laitto yksitellen on hidasta, mutta preferencen kautta pystytään luomaan automaattisesti numeroidut riviliittimet. Alla (Kuva 12.) kuva mistä löytää riviliittimien muokkaus ja lisäys kohdan.



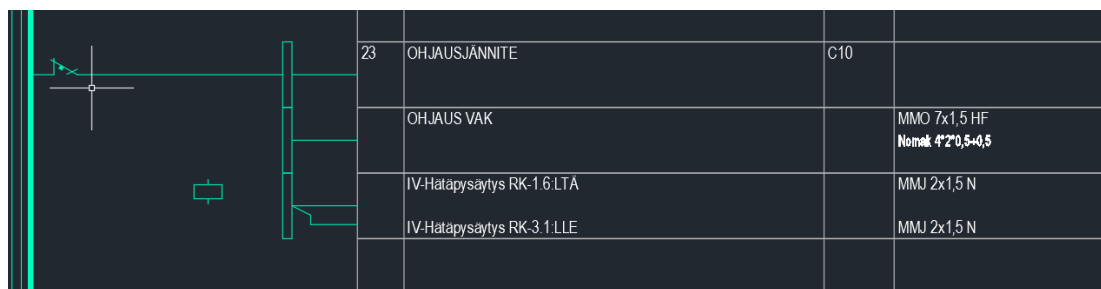
Kuva 12. PREFERENCES, Riviliitin osio (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Piirikaavion ensimmäisellä sivulla esitetään kaikki keskuksen tulevat ohjaus- ja indikointikaapelit. Alla olevassa kuvassa 13 on poikkeuksellisesti myös esitetty hätäseis. Alla olevassa kuvassa (Kuva 13.) on esitetty keskuksen sisällä olevia riviliittimiä X2, X3, X6 ja X5. Riviliittimistä huomataan mistä eri johtimet tulevat ja mihin eri johtimet lähtevät. X3 riviliittimet ovat ohjauksia varten. X6 riviliittimet ovat indikoiteja varten. Alla olevassa kuvassa 13 X6 riviliittimessä on VAK (valvonta-alakeskus) menevä kaapeli, se tarkoittaa sitä, että jos jokin kytkin siirretään automaatio asentoon VAK ohjaa siihen liitettyä ohjausta. X5 riviliittimet ovat mittauksia varten. Alla olevassa kuvassa (Kuva 13.) X5 riviliittimessä on mittausväylä MBUS. Se kiertää keskuksen mittarit ja sitä kautta lähtee seuraavalle keskukselle.



Kuva 13. Piirikaavioiden ensimmäinen sivu (Karawatski, Materiaalipankki, 2025)

Valvonta-alakeskus (VAK) on tärkeä osa automaatiojärjestelmää. Erityisesti erilaisissa rakennusautomaation ja teollisuuden sovelluksissa. Se on paikallinen yksikkö, joka vastaa järjestelmän ohjauksesta valvonnasta ja tiedonsiirrostä. Laitteet, jotka sijaitsevat valvonta-alakeskuksessa mahdollistavat prosessin seurannan ja hallinnan sekä tiedonkeruun ja erilaisen välittämisen keskitettyihin valvontajärjestelmiin esimerkiksi SCADA järjestelmiin. (Ympäristöministeriö, 2023.) Alla kuva (Kuva.14) VAKista keskuskaaviossa.

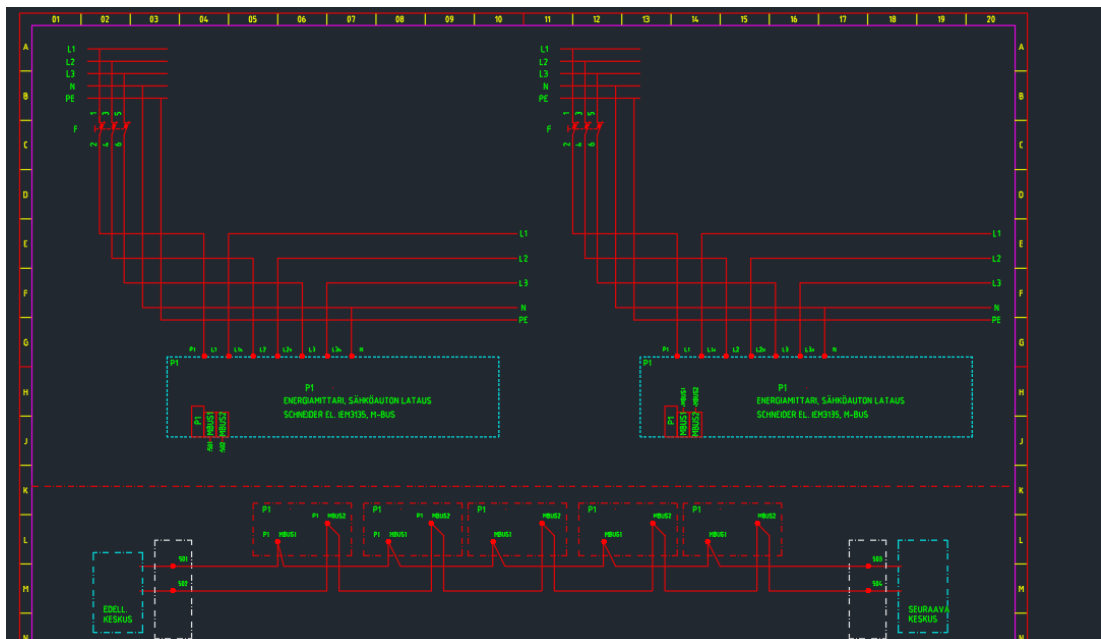


Kuva 14. keskuskaaviossa olevasta VAK:sta (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Piirikaaviossa esitetään kaikki keskuksen ohjatut lähdöt ja keskuksen asennettavat komponentit. Piirikaavioita luodessa on hyvä laittaa erilaisia

komponentteja piirikaavioon. Tämä helpottaa keskuskokoonpanijan työtä, kun yritys tietää mihin eri johdot ja laitteet menevät.

Seuraavilla sivulla on yleensä merkattu energiamittaukset riippuen, tuleeko keskuksiin energiamittauksen tarvetta. Alla olevassa kuvassa (Kuva 15.) esimerkki miten energiamittaus merkataan piirikaavioon, kyseinen piirikaavio on sähköautonlatausta varten tehty mittari.



Kuva 15. Energiamittarit piirikaaviossa. (Karawatski, Materiaalipankki, 2025.)

6.2 Ohjatut lähdöt

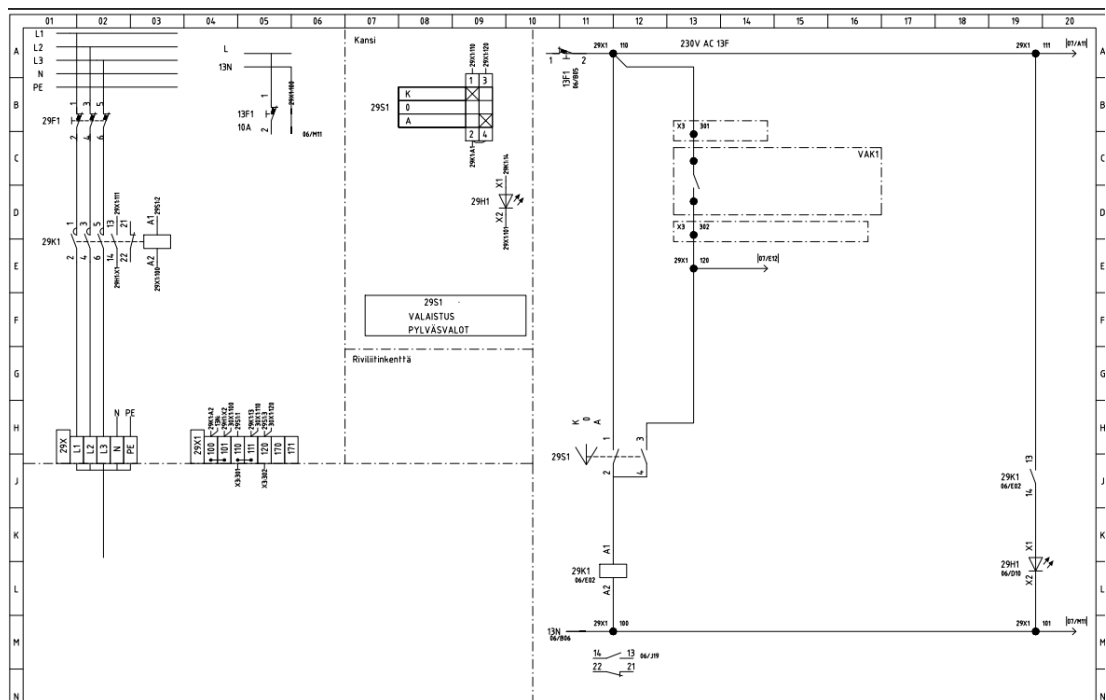
Ohjatut lähdöt merkataan syötön ohjauspainikkeilla esimerkiksi 1–0–A. Sillä osoitetaan että siinä on kolmiasentoinen nokkakytkin. ”1” asento on pakko-syöttö, jota pystytään ohjaamaan käsin. ”0” tarkoittaa että piirissä ei kulje sähköä ollenkaan. ”A” on kuvaus automaatiosta. Sillä voidaan esimerkiksi ohjata sähköön tuloa keskuksen ulkoisella laitteella kuten hämäräkytkimellä.

6.3 Ohjausjännite

Keskuskaavion merkataan ohjausjännite, joka ohjaa kaikki siihen kuuluvia kontaktoreja. Kuvassa (Kuva 13.) olevassa esimerkki keskuksessa on vain yksi ohjausjännite, joten se ohjaa kaikkia kontaktoreja kyseisessä keskuksessa. Piirikaavioihin ohjausjännitteen sulake merkataan etusivulle.

6.4 Piirikaavion malli ja toiminta Karawatski

Piirikaavion vasen puoli on pääpiiri. Pääpiirissä nähdään, miten kaavio on rakennettu. Pääpiirissä on sulakkeita ja kontaktoreja. Kontaktoreja on monenlaisia ja niitä pystytään muokkaamaan helposti. Esimerkki kuvassa (Kuva 16.) kontaktorissa on kolme sulkeutuvaa kosketinta, yksi sulkeutuva apukosketin ja yksi avautuva apukosketin. Keskuksen riviliittimet on merkattu vasemmalle puolelle.



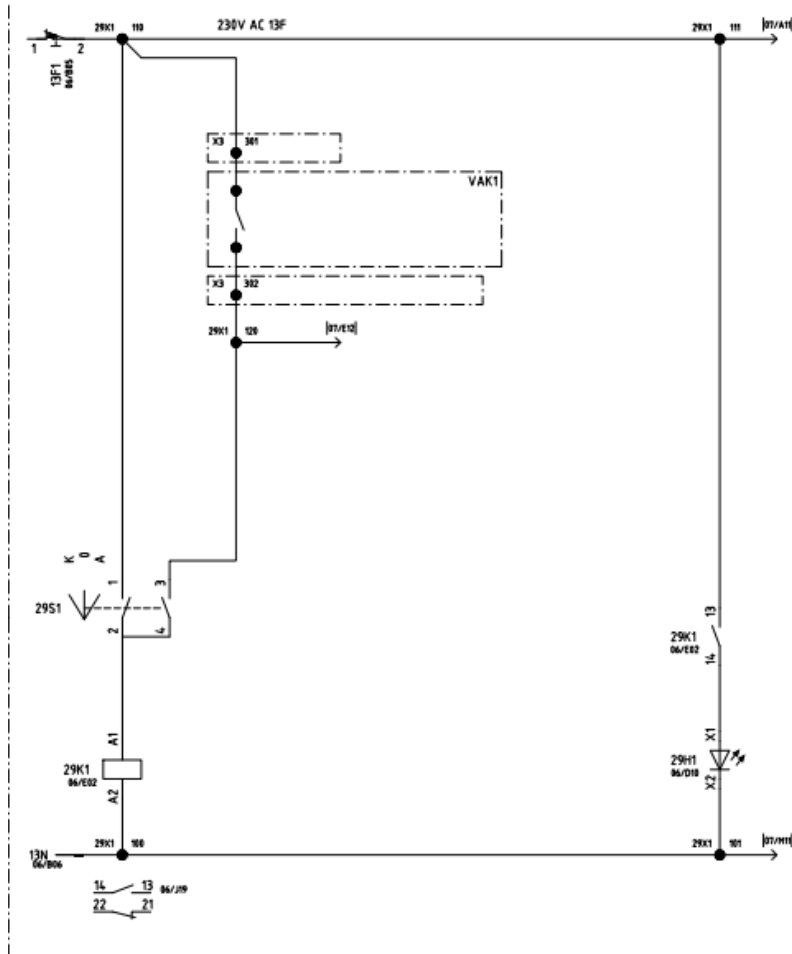
Kuva 16. piirikaavion malli ja toiminta (Karawatski, Materiaalipankki, 2025)

6.5 Ulkovalaistuksen ohjaus

Kuvassa (Kuva 16.) keskuksen keskellä on osio, jossa kerrotaan mitä tulee keskuksen kanteen. Keskuksen kannessa voi olla esimerkiksi merkkilamppu tai jonkinlainen kytkin. Näille käytetään omia tunnuksia, jotka ovat keskuskaaviossa käytetyn sulakkeen numeroita esimerkiksi 29S1, tällä viitataan kytkimeen. Kanteen sijoitettava merkkilamppu toimii kelan vetäessä siten, että jännite on kierrätetty apukärjen takaa. Jos apukärki 29K1 kärjet 13 ja 14 menevät kiinni syttyy merkkivalo keskuksen kannessa. Se tarkoittaa sitä, että jännite on kierrätetty vasemmalla olevan 29K1 kautta lampulle.

Kuvassa (Kuva 16.) oikealla esitetään ohjauspiiri. Ohjauspiiri esitetty alla olevassa kuvassa (Kuva 17.). Ohjauspiirin yläreunassa menee vaihe viiva ja alhaalla nolla. Kytkimessä, joka sijaitsee ohjauspiirissä, on K (käsikäyttö) 0 ja A (automaatio). Käännöt toimivat siten, että kun käännetään kytkin käsiasentoon, menee kytkimen 1–2 kärjet kiinni. Siten kytkimen läpi kulkee jännite alla olevaan kelaan. Alla oleva kontaktorin kela on merkattu vasemmalle 29K1 kohtaan. Jännitteen saapuessa kelalle menee kontaktorin kärjet kiinni.

Jos käännetään kytkin "A" asentoon, menee 3–4 kärjet kiinni kytkimestä. Jännite, joka tulee näille 3–4 kärjille on kierrätetty riviliitin X301 kautta. Riviliittimen kautta jännite menee VAKiin, jossa VAK ohjaa esimerkiksi ulkovalojen syttymisen hämäräkytkimen avulla ja siten jännite palaa riviliitin X302 kautta kytkimelle. (Kuva 17.)



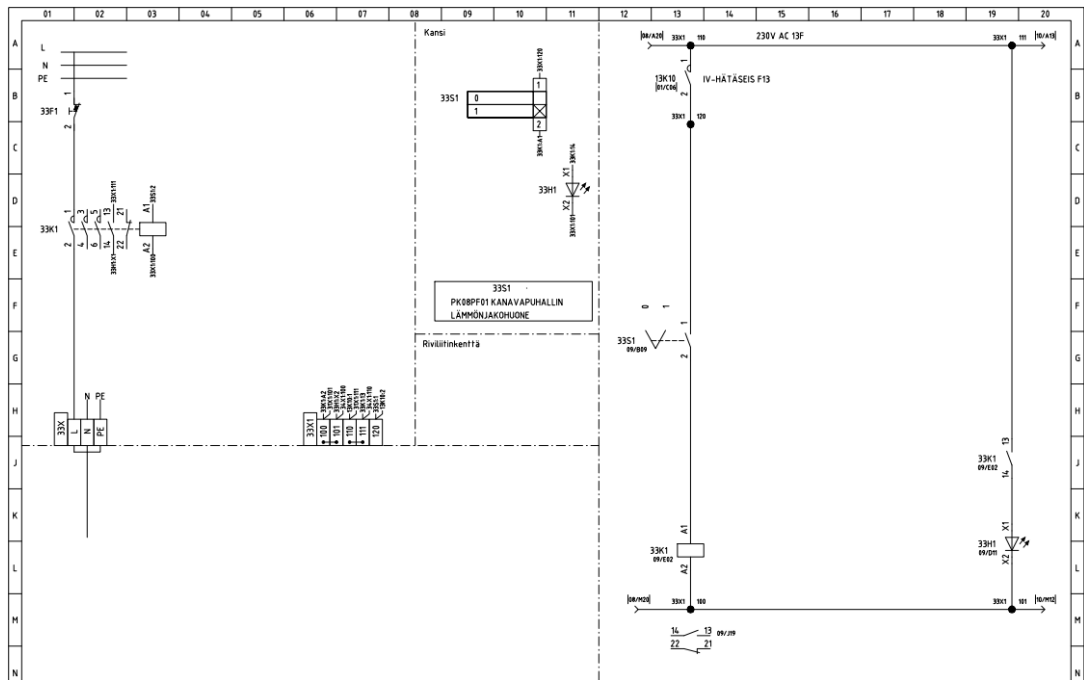
Kuva 17. Ohjauspiiri ulkovalaistuksen ohjauksessa (Karawatski, Materiaalipankki, 2025)

6.6 LVI lähdöt

	32	IV OSAN ETUKOJE	C40	
		ENERGIAMITTAUS, LVI SCHNEIDER ELECTRIC EM3135		
		MBUS-VÄYLÄ		JAMAK-C 2x(2+1)x0,5 HF
	33	FK08PF01 (EC) C002 0-1 (IV-hätäseis)	C10	MMJ 3x1,5 S
	34	TK15TF01 (EC) C003 0-1 (IV-hätäseis)	C10	MMJ 3x1,5 S
	35	VARA K-0-A	C10	
	36	PVP02 Perusvesipumppaamo 0-1	C10	MCMO 7x2,5
37	VARA K-0-A	C10		

Kuva 18. IV koneiden sulakkeet keskuskuvissa. (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

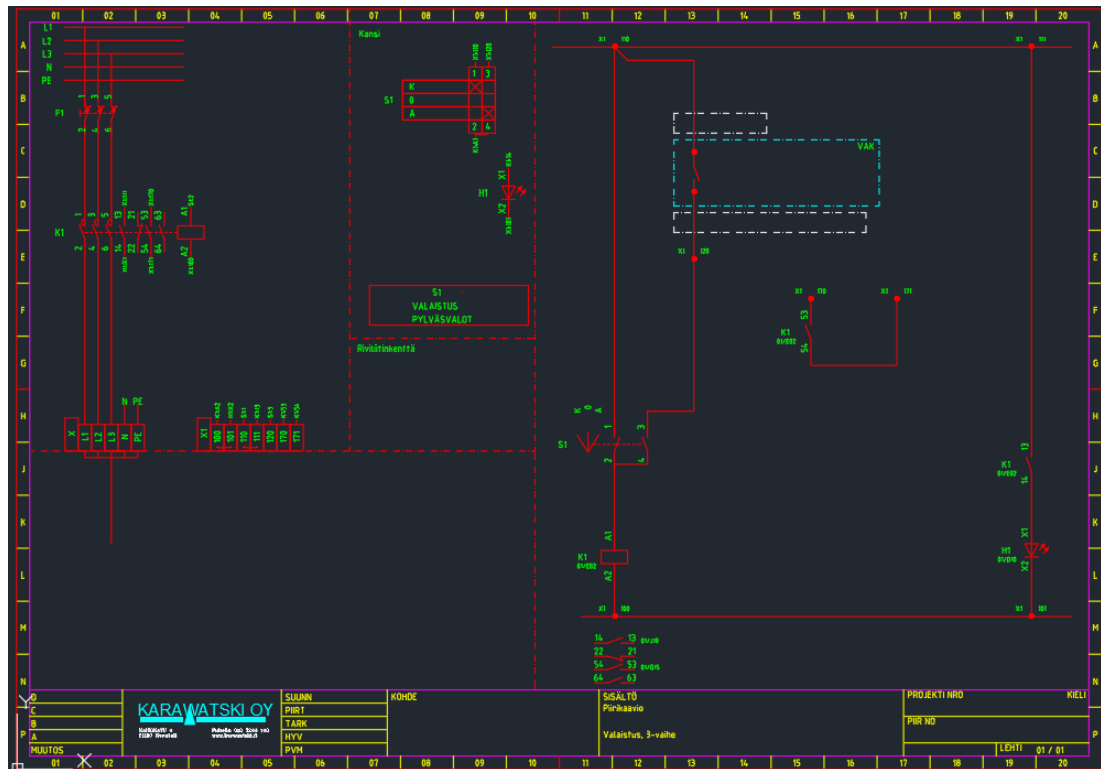
Piirikaavioihin merkataan myös LVI lähtöjä. Kuvassa (Kuva 18.) on esimerkki keskuskuvassa olevasta lähdöstä numero 33. Se on IV-hätäseis sulake ja painettaessa IV hätäseis painiketta siihen kytketty kanavapuhallin ei voi olla käynnissä. Ehtona on, että kelalle menee sähkö, kun nokkakytkin on "1" asennolla eikä IV hätäseis painiketta ole painettu. Alla (Kuva 19.) kuva missä IV-hätäseis näkyy oikealla puolella.



Kuva 19. LVI ohjaus, (Mikael Heinilä, Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

7 KIRJASTON LUOMINEN

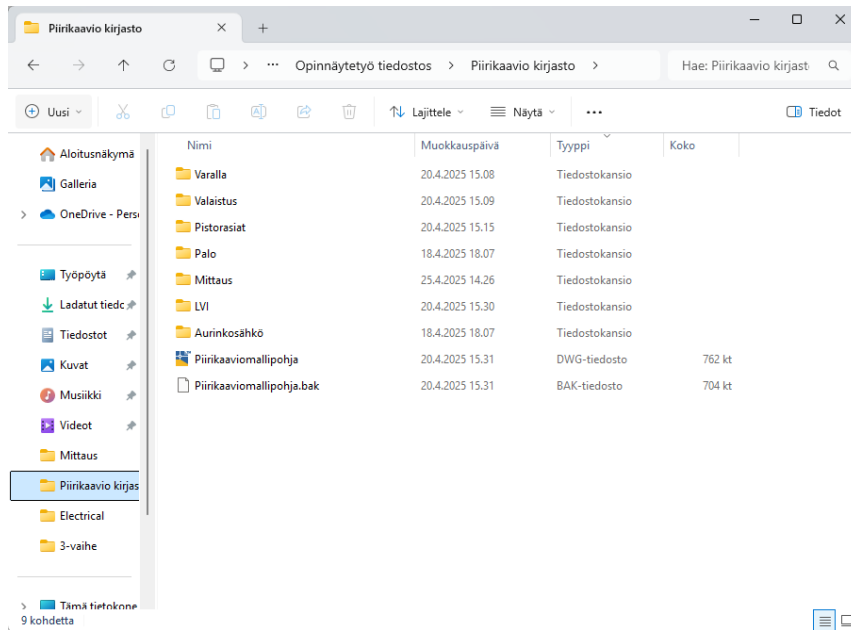
Kirjaston luomisella tarkoitetaan yritykselle tehtävää kansiota, jossa jokainen yleinen piirikaavio sivu olisi esitetty ja nimetty. Tällä tavalla saadaan nopeutettua piirikaavioiden suunnittelua ja luomista. Kansio tulee olemaan iso ja siellä tulee olemaan monta erilaista alakansiota, jotka sisältävät erilaisia piirikaavio pohjia. Tällä tavalla niiden muokkaaminen on nopeaa, koska silloin tarvitsee vain muokata kohteeseen liittyviä tietoja. Kansioiden nimitykset tehdään sen perusteella mitä kyseiseen kansioon tulee. Kansio, johon muut kansiot tulevat on nimeltään piirikaaviokirjasto. Tämän kansion alle aloitetaan rakentamaan esimerkiksi valaistusslähtöjä, jonka alta löytää vikavirrallisia ja johdonsuoja-automaatteja sisältäviä piirikaavioita.



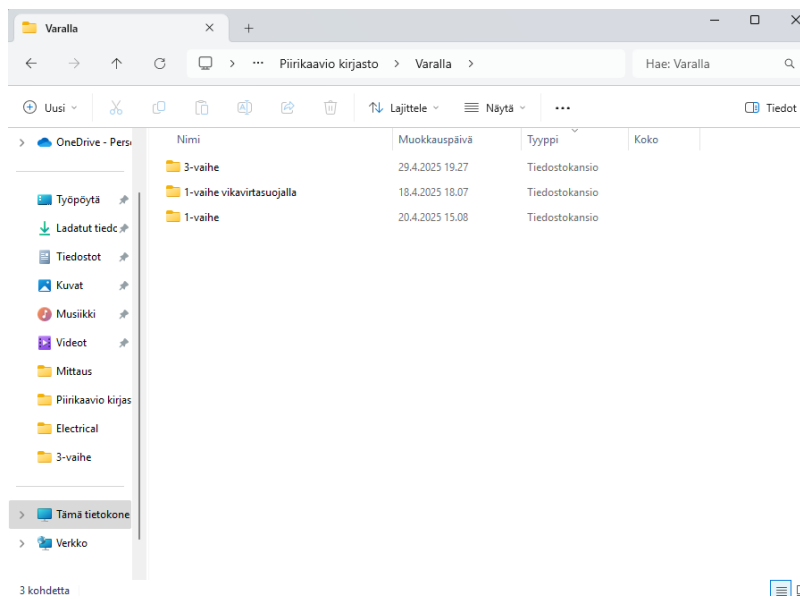
Kuva 20. Valaistuksen 3-vaihe JS automaatti VAK ohjauksella (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Yllä olevassa kuvassa (Kuva 20.) valaistuksen 3-vaihe JS automaatti VAK ohjauksella. Kuva kuvastaa millaisia pohjia piirikaaviokirjasto tulee sisältämään. Niistä on poistettu kaikki ylimääräinen ja jäljellä on ainoastaan tarvittavat komponentit. Tällä tavalla varmistetaan se, että kun halutaan käyttää valmiita pohjia muihin projekteihin niiden, muokkaus on helppoa ja jokaista komponenttia ei tarvitse lisätä erikseen. (Mikael Heinilä, Karawatski Oy, 2025)

Alla olevassa kuvassa (Kuva 21.) on esitetty, minkälainen piirikaaviokirjasto on tiedostoissa. Jokaisen pääkansion alla on alakansioita, joista päästää eri piirikaaviopohjiin. Kuvassa 22 (Kuva 22.) näytetty VARALLA kansion rakennetta. Kansiossa on 3-vaihe, 1-vaihe ja 1-vaihe vikavirtasuojalla. Näiden kansioiden alla on valmiit DWG pohjat, joita käytetään piirikaavioiden suunnittelussa.



Kuva 21. Piirikaavion pääkansiot, joiden alle eri pohjat on jaettu

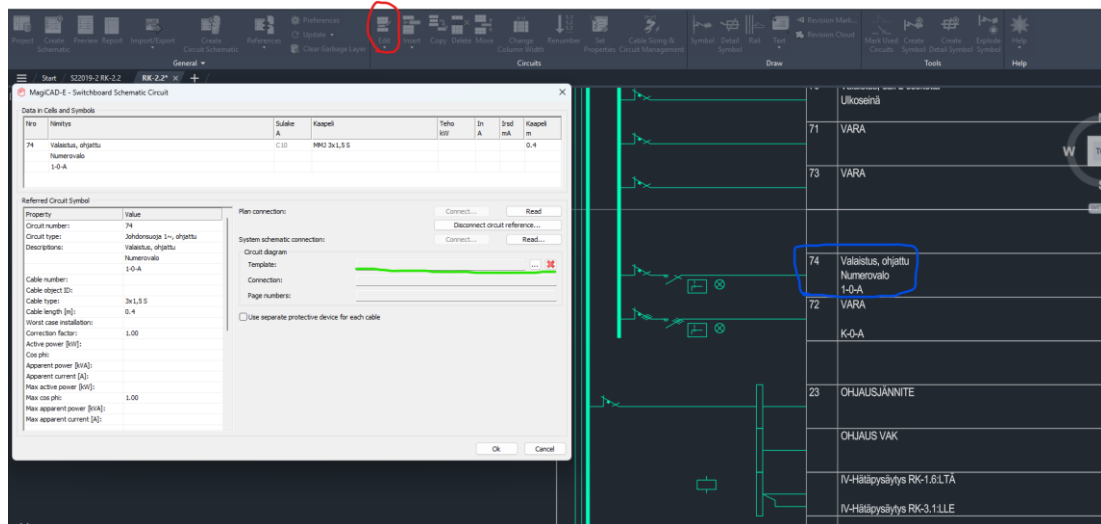


Kuva 22. Varalla kansion rakenne

8 KIRJASTON TESTAUS

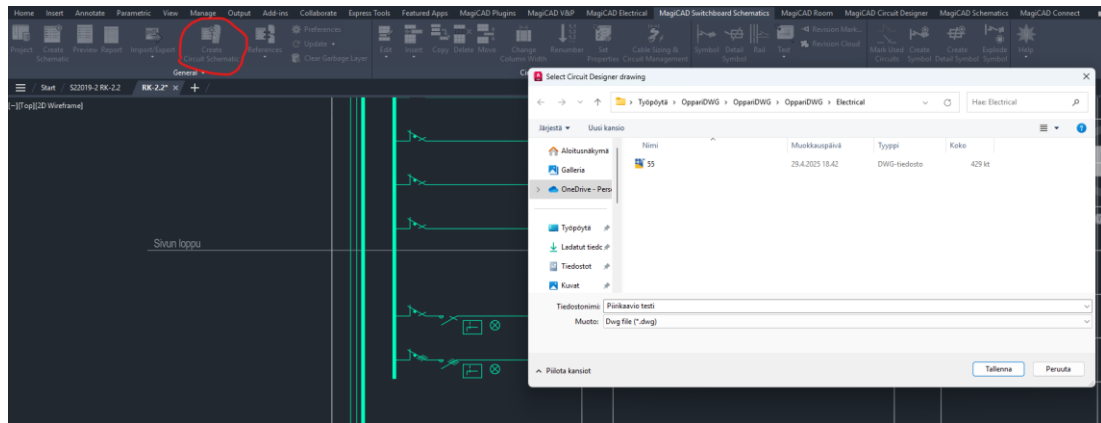
Kirjaston testausosio näyttää miten kirjastoa voidaan käyttää ja miten se toimii. Halutessaan voidaan piirikaavion luominen aloittaa keskuskaavioista, johon on jo valmiiksi linkitetty valmiit pohjat piirikaaviokirjastosta. Valmiin pohjan

piirikaaviokirjastosta saa lisättyä keskuskaavion lähtöön painamalla EDIT näppäintä MAGICAD ohjelmassa. Alla olevassa kuvassa (Kuva 23.) esitetty mitä tapahtuu, kun painaa edit toiminnon jälkeen keskuskaaviossa olevaa lähtöä. Punaisen ympyrän kohdalla on edit näppäin, sininen rinkula on haluttu lähtö ja vihreä viiva on kohta, johon saadaan linkitettyä pohja piirikaaviokirjastosta.

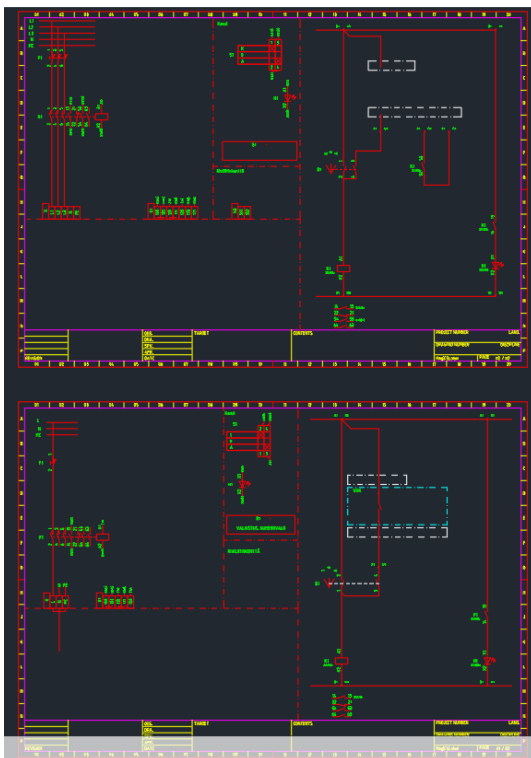


Kuva 23. Keskuskaavion muokkaus EDIT näppäimellä (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Keskuskaavion lähdöt, jotka tulevat piirikaavioon pitää käydä yksitellen läpi ja jokaiseen laittaa oma pohja piirikaaviokirjastosta. Kun lähdöt on lisätty, saadaan kaikki lähdöt piirikaavioineen samaan tiedostoon yhdellä painalluksella. Alla olevassa kuvassa (Kuva 24.) näytetään, miten linkitetystä pohjista saadaan tehtyä piirikaavio. Painettaessa punaisella rinkelalla varustettua CREATE CIRCUIT SCHEMATIC, avautuu ikkuna, jossa valitaan mihin tiedosto halutaan tallentaa. Painettaessa tallenna ohjelma avaa valmiin piirikaavio, jota voidaan alkaa muokkaamaan sopivaksi kohdetta varten. Kuvassa 25 (Kuva 25.) näkyy kun piirikaaviopohjat aukeavat.

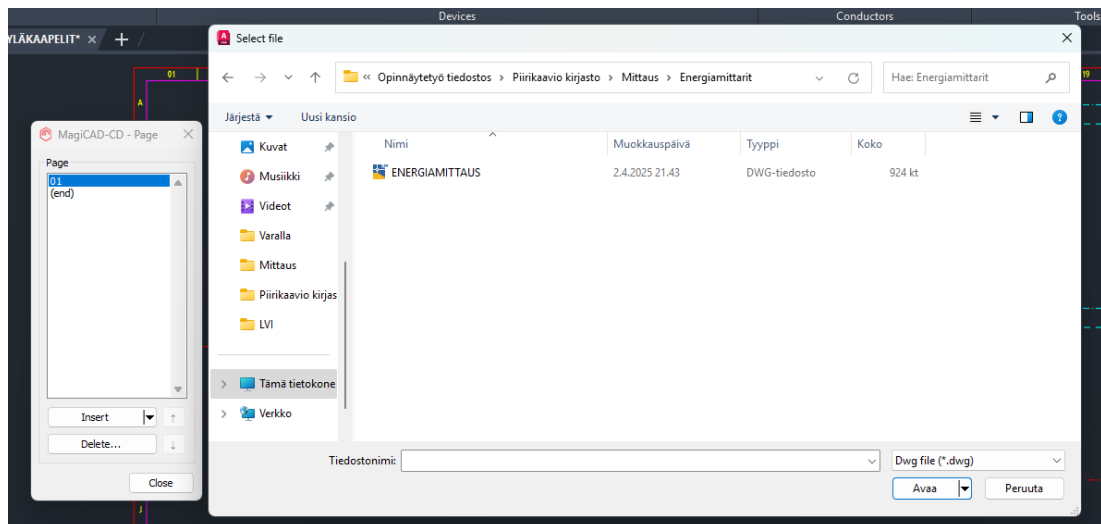


Kuva 24. Keskuskaaviosta piirikaavioon. (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

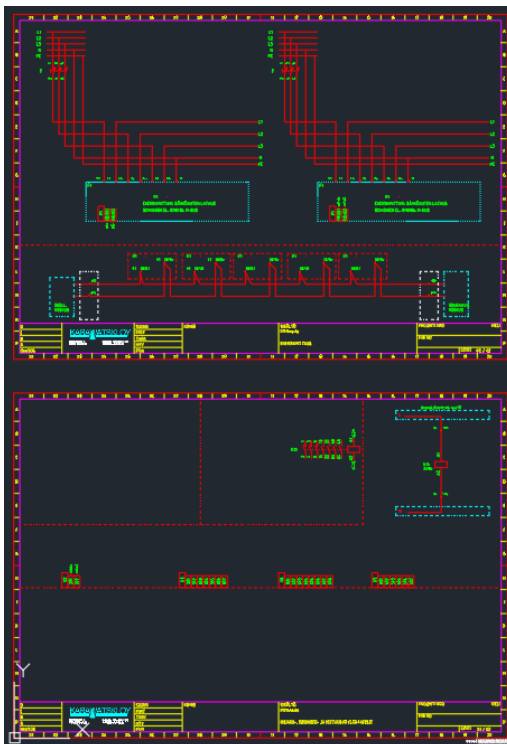


Kuva 25. Tallennettu piirikaavion aukaisu Magicad ohjelmassa. (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Piirikaavio kirjastoa voidaan myös käyttää toisella tavalla. Ensimmäisenä avataan piirikaavioon tuleva ensimmäinen sivu, joka sisältää ohjaus-, indikointi- ja mittauskaapelit. Alla kuva (Kuva 26.), jossa ensimmäinen sivu esitetty. Alussa on hyvä myös muokata kohteen tiedot kuntoon esimerkiksi osoitteet, piirustusnumerot, piirtäjän nimen. Se tapahtuu aikaisemmin sanotulla tavalla (Kuva 9.). On tärkeää, että kohteen tiedot muokataan nimenomaan tällä tavalla. Jos



Kuva 27. Kirjastosta valmiin pohjan lisääminen piirikaavioon. (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)



Kuva 28. Energiamittaus ja ohjaus pohjat piirikaaviossa (Materiaalipankki, Karawatski, 2025.)

Samalla tavalla jatketaan koko piirikaavion luonti ja kun tarvittavat pohjat on lisätty, voidaan alkaa muokkaamaan jokaista sivua kohteen tarpeita varten.

9 KIRJASTON YLLÄPITO

Kirjaston ylläpidolla tarkoitetaan sitä, että kirjastolle päätetään henkilö, joka voi halutessaan muokata kirjaston eri tiedostoja ja halutessaan poistaa vanhoja. Kirjasto pitää olla helposti löydettävissä, ettei käy niin että ajan mittaan kirjasto unohtuu ja aletaan käyttää vanhaa taktiikka piirikaavioiden luomiseen. Tällä tarkoitetaan sitä, että ei oteta enää vanhoista kohteista piirikaaviopohjia ja aleta muokkaamaan niitä yksi kerrallaan. On tärkeää, että kirjastosta tehdään helposti luettava ja tarvittavat tiedostot löytyvät nopeasti. Kirjasto pitää tehdä siten, että tehtäessä vakio piirikaavio pohjia, niitä ei tarvitsisi muokata seuraavaan pariin vuoteen. Kirjastosta halutaan pitkäikäinen ja hyötyä tuottava kokonaisuus. (Iiro Karawatski, Karawatski Oy, 2025)

10 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli yritykselle tärkeä ja ajankohtainen sillä he ovat jo kauan tarvinneet piirikaaviokirjastoa. Yrityksessä piirikaavioiden luomista hoitaa lähinnä yksi henkilö ja kirjaston avulla hänen töitensä saataisiin nopeutettua. Aiheen rajaus oli käytännössä yleisten pohjien teko. Tärkeintä oli saada tehtyä piirikaaviopohjia, joita yleensä käytetään piirikaaviomalleissa.

Työllä saatiin aikaan toimiva kirjasto, jota yritys pystyy tulevaisuudessa käyttämään eri kohteiden piirikaavioiden luomisessa. Tuotokset vastasivat tavoitteita hyvin sillä kirjaston suunnittelu ja viimeistely tehtiin yhdessä yrityksen kanssa.

Kävimme kirjaston läpi piirikaavioiden tekijän kanssa. Piirikaavioita muokattiin ja muunneltiin siten että yritys oli niihin tyytyväinen, sillä opinnäytetyön tärkein osa oli saada yritykselle toimiva ja heille mieleinen piirikaaviokirjasto.

Eettiset näkökulmat otettiin huomioon siten että piirikaaviokirjasto oli oikeanlainen yritystä varten. Kohderyhmänä oli yritys, jolle tein piirikaaviokirjaston. Opinnäytetyön luottamuksellisuudella tarkoitetaan sitä, että piirikaaviokirjasto on vain ja ainoastaan kyseiselle yrityksellä luotu, jolle tämä opinnäytetyö on tehty.

Olen tyytyväinen työhön ja kiitollinen siitä, että sain kunnian tehdä tämän työn. Työ oli vaikea, mutta mielenkiintoinen. Suurimmat haasteet olivat löytää oikeat piirikaavio pohjat jo tehdyistä kohteista. Kohteita oli monia ja jokainen kohde piti käydä yksitellen läpi tarkasti.

Tein kirjaston ensimmäisen version ja tämän jälkeen pyysin palautteen kirjastosta sillä, halusin tietää mitä olisi parannettava mitä voisi poistaa tai olisi hyvä lisätä ja näiden kommenttien perusteella kirjastoa lähdettiin muokkaamaan. Palaute yritykseltä minulle oli tärkeää, koska opinnäytetyön tarkoituksena oli saada yritykselle toimiva piirikaaviokirjasto, jota voidaan tulevaisuudessa hyödyntää. Piirikaaviokirjaston kehitysehdotuksia on ainoastaan se, että siitä muistetaan pitää huolta. On tärkeää, että jos huomataan jonkun asian puuttuvan piirikaaviokirjastosta, se lisätään sinne. Jos piirikaaviokirjastoa halutaan käyttää tulevaisuudessa, on tärkeää, että joku henkilö yrityksestä on vastuussa piirikaaviokirjaston uusimisesta ja päivittämisestä, kun siihen on tarve.

LÄHTEET

Finder.fi. (n.d.) Karawatski Oy. Haettu 4.toukokuuta 2025 <https://www.finder.fi/S%C3%A4hk%C3%B6insin%C3%B6r%C3%B6itoimisto/Karawatski+Oy/Naantali/yhteystiedot/178083>

Heinilä, M. (22.03.2025) Henkilökohtainen keskustelu suunnitteluinsinööri Mikael Heinilän (Karawatski Oy) kanssa.

Karawatski, I. (15.02.2025) Henkilökohtainen keskustelu toimitusjohtajan Iiro Karawatskin (Karawatski Oy) kanssa.

Karawatski. (n.d.). Koti. Saatavilla <http://karawatski.fi/index.html>

Magicad Electrical-ohjelmisto. (2024). Magicad Group <https://www.magicad.com/fi/sovellukset/magicad-electrical/?platform=autocad>

Magicad. (2025). MagiCAD Circuit Designer <https://www.magicad.com/fi/sovellukset/magicad-circuit-designer/?platform=autocad>

Schneider Electric. (2024). Kontaktori. Schneider. <https://www.se.com/fi/fi/faqs/FAQ000270146/>

SFS-EN 61082-1. (2015). Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. 7.4 Piirikaaviot. SESKO. <https://online.sfs.fi>

ST 13.53. (2016). Sähkötekniikan piirikaaviossa käytettäviä merkkejä ja merkkiryhmiä. Sähkötieto ry. <https://severi.sahkoinfo.fi>

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. (2022). SFS 6000. SESKO. <https://online.sfs.fi>

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. (2022). D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo oy.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2023). <https://tenk.fi/fi/ajankohtaista/htk-2023-ohje-julkaistu>

Ympäristöministeriö. (2023.) Valvota-alakeskus <https://sanastot.suomi.fi>