



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JESSE HUHTALA

Projektipiirikaavioiden generointi pohjakuvia hyödyntäen

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2021

Tekijä Huhtala, Jesse	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Maaliskuu 2021
	Sivumäärä 29 + 13	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Projektipiirikaavioiden generointi pohjakuvia hyödyntäen		
Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää ja piirtää uusia piirikaavioita tilaajalle projekteissa usein toistuvista sähkökeskuslähdeistä. Nämä piirretyt piirikaaviot oli tarkoitus piirtää siten, että niitä voidaan käyttää pohjakuvina piirikaavioiden generoinnissa. Generointi on toiminto CADMATIC sähkösuunnittelu ohjelmistossa, jolla saadaan Excelin avulla tehokkaasti luotua uusi piirikaavio-tiedosto pohjakuvia hyödyntäen.</p> <p>Työn tilaaja oli UTU Oy. UTU Oy valmistaa ja myy sähkökeskuksia ja -kojeistoja.</p> <p>Työn alussa tutustuttiin ensin generointi toimintoon ja miten sitä voidaan käyttää. Alussa myös selvitettiin tilaajan suunnittelijoiden kanssa, minkälaisia sähkökeskuslähtöjä heillä projekteissa usein toteutuu. Näin saatiin luotua lista tarvittavista piirikaavioista. Työhön mukaan otetut tarvittavat piirikaaviot piirrettiin käyttäen CADMATIC sähkösuunnittelu ohjelmistoa.</p> <p>Piirikaaviosuunnittelu vaiheen jälkeen luotiin Excel tiedosto generointia varten. Pohjakuvina käytettäviin piirikaavioihin luotiin linkitys Excel tiedoston saraketietoihin.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin luotua usein sähkökeskus projekteissa toistuvista sähkökeskuslähdeistä mahdollisuus generointiin Exceliä ja piirrettyjä piirikaavioita hyödyntäen.</p>		
<p>Asiasanat Sähkösuunnittelu, CADS, tehostaminen, kaaviot</p>		

Author(s) Huhtala, Jesse	Type of Publication Bachelor's thesis	Date March 2021
	Number of pages 29 + 13	Language of publication: Finnish
Title of publication Generation of project circuit diagrams by using templates		
Electrical and Automation Engineering		
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to update and design new circuit diagrams of mostly appeared electrical cabinet outputs in electrical cabinet projects for subscriber. These designed circuit diagrams were supposed to draw so that they could be used as a template in generation. Generation is a function in CADMATIC electrical designing software. With Generation function it is possible to create efficiently a new circuit diagram file using circuit diagram templates as support.</p> <p>The subscriber of this thesis was UTU Oy. UTU Oy manufactures and sells electrical cabinets and – devices.</p> <p>In the beginning of this thesis first step was to get to know the generation function and its possibilities. In the beginning it was also researched what kind of electrical cabinet outputs was mostly appeared in projects. This was done by interviewing subscriber designers. After this there was a list of what kind of circuit diagrams were needed. Circuit diagrams were designed using CADMATIC electrical designing software.</p> <p>After designing phase Excel file for generation function was created. Circuit diagrams which were used as a template in generation were linked for Excel files columns.</p> <p>As a result of this thesis there was a possibility for subscriber to generate circuit diagrams using Excel file and circuit diagram templates.</p>		
<p><u>Key words</u></p> <p>Electrical wiring design, CADS, improvement, schematics</p>		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 UTU OY	6
2.1 Urho tuominen-konserni	6
2.2 UTU Oy:n historiaa	6
3 SÄHKÖTEKNINEN DOKUMENTOINTI JA PIIRIKAAVIOT	7
3.1 Sähkötekniinen dokumentointi	7
3.2 Piirikaaviot	8
3.2.1 Koottu esitystapa	9
3.2.2 Sidottu esitystapa	9
3.2.3 Vapaa esitystapa	10
3.3 Laitteiden viitetunnukset	11
3.4 Piirrosmerkit	13
4 CADMATIC	14
4.1 CADMATIC -suunnitteluohjelmistot	14
4.2 Generointi Exceliä ja pohjakuvia hyödyntäen toiminto	14
5 PIIRIKAAVIOSUUNNITTELU	15
5.1 Selvitys tarvittavista piirikaavioista	15
5.2 Piirikaavioiden piirtäminen	15
6 PIIRIKAAVIOIDEN GENEROINTI EXCELIÄ HYÖDYNTÄEN	16
6.1 Pohjakuvat kansio	17
6.2 Excel -tiedoston luominen	18
6.2.1 Pakolliset saraketiedot	19
6.2.2 Vapaasti valittavat saraketiedot	20
6.3 Excel saraketietojen linkitys pohjakuvaan	21
6.4 Luodaan uusi kuva	24
6.5 Generointi toiminnon suorittaminen	26
6.6 Generointi on valmis	27
7 YHTEENVETO	29

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe saatiin toimeksiantona tilaajalta. Työn tavoitteena oli piirtää usein tilaajan projekteissa toistuvista sähkökeskuslähdeistä piirikaavioita pohjakuviksi ja luoda mahdollisuus piirikaavioiden generointiin uusia pohjakuvia hyödyntäen. Piirikaavioiden generoinnista oli tarkoitus myös luoda ohjeistus tilaajan suunnittelijoille sekä kouluttaa heidät käyttämään toimintoa.

Aloitus hetkellä tilaajalta löytyi entuudestaan niin sanotut vakiopiirikaaviot tämänkaltaisista usein toistuvista sähkökeskuslähdeistä, mutta ne alkoivat olla jo lähes 15 vuotta vanhoja kuvia, joita ei enää tänä päivänä sähkösuunnittelussa voinut oikeastaan hyödyntää. Sähkösuunnittelun tehostamiseksi näistä työn aikana piirretyistä piirikaavioista oli tarkoitus luoda mahdollisuus piirikaavioiden generointiin pohjakuvia hyödyntäen.

Opinnäytetyön toiminnallinen osuus aloitettiin tutustumalla generointi toimintoon ja sen mahdollisuuksiin CADMATIC:ltä saadun koulutusmateriaalin avulla. Tämän jälkeen selvitettiin, minkälaisia sähkökeskuslähtöjä tilaajalla projekteissa usein toteutuu. Selvitys tehtiin käymällä läpi tilaajan vanhoja vakiopiirikaavioita ja viimeaikaisia projekteja sekä keskustelemalla tilaajan sähkösuunnittelijoiden kanssa. Tämän selvityksen perusteella saatiin luotua lista tarvittavista piirikaavioista. Piirikaaviot piirrettiin tilaajan toiveiden mukaisesti, käyttäen heillä käytettyjä komponentteja. Piirikaaviosuunnittelun aikana otettiin huomioon tulevan generointi toiminnon hyödyntäminen siten, että heti piirtovaiheessa piirikaavioihin luotiin linkitys Microsoft Excelin saraketietoja varten. Työn lopputuloksena saatiin piirrettyä piirikaavioita tilaajalle usein toistuvista sähkökeskuslähdeistä sekä luotua mahdollisuus piirikaavioiden generointiin. Generoinnista luotiin myös kirjallinen ohje tilaajan suunnittelijoille.

Tämän opinnäytetyön tekstiosan rakenne koostuu siten, että alussa käydään läpi standardien näkökulmasta sähkötekniistä dokumentointia ja piirikaaviosuunnittelua.

Loppupuolella käydään läpi itse toiminnallista osuutta: selvitystyötä, piirikaaviosuunnittelua ja lopuksi käydään läpi generointitoiminto esimerkki projektin kautta. Viimeisessä kappaleessa esitellään työn lopputulokset.

2 UTU OY

Tämän opinnäytetyön tilaaja on UTU Oy.

2.1 Urho tuominen-konserni

Utu Oy kuuluu yli satavuotiaaseen Urho Tuominen konserniin. Konsernilla on toimintoja Suomessa, Virossa, Latviassa, Liettuaassa ja Norjassa. UTU Oy vastaa Suomessa konsernin operatiivisista toiminnoista ja sen päätoimipiste Suomessa on Ulvilassa. Muut Suomen toimipisteet sijaitsevat Vantaalla ja Tampereella. Yritys valmistaa ja myy sähkökeskuksia ja -kojeistoja, sekä maahantuo ja markkinoi sähkötekniisiä komponentteja, johtokanavajärjestelmiä ja kiinteistöautomaatiojärjestelmiä. (UTU Oy:n www-sivut, 2020.)

UTU Oy työllistää noin 120 henkilöä ja sen liikevaihto vuonna 2019 oli noin 23,8 milj. euroa. UTU Oy:n toimialana on sähkönjakelu- ja valvontalaitteiden valmistus. (Kaupalehden www sivut, 2020.)

2.2 UTU Oy:n historiaa

Porin sähkö- ja telefooniliike Urho Tuominen aloitti toimintansa 1. kesäkuuta 1919 pohjoiskauppatorin varrella olevassa puutalossa. Yrityksen alkuvaiheessa yritys keskittyi sähkökoneiden ja -tarvikkeiden myyntiin. Toimintaa oli kuitenkin välttämätöntä laajentaa sähköasennuksiin ja korjaustoimintaan. 1923 toiminta laajeni Raumalle ja tällöin yrityksen toimintaan tulivat myös radiot ja vuotta myöhemmin autot. (UTU Oy:n www-sivut, 2021.)

Sotavuosien jälkeen vuonna 1944 yritys aloitti sähkökeskusten valmistuksen. Aluksi keskukset olivat valurautaisia koteloita, joiden elinkaari on niin pitkä, että niihin on mahdollisuus törmätä vielä tänäkin päivänä. Pian keskusvalmistuksen aloittamisen jälkeen siirryttiin kuitenkin ohutlevytuotteisiin. Nykyään tuotevalikoimassa on vakio- tuotteet omakoti-, rivitalo- ja kerrostaloasuntoihin sekä vapaa-ajan asuntoihin. Iso osa liiketoimintaa on myös rakennusprojekteihin räätälöidyt keskukset. Tänä päivänä UTU Oy on myös sähköasemien kokonaistoimittaja sekä teollisuuspuolella luotetaan myös UTU:n keskuksiin ja tuotteisiin. (UTU Oy:n [www-sivut](#), 2021.)

Yhtiön Suomen liiketoiminnot yhtiöitettiin vuonna 2001 erillisiksi yhtiöiksi ja vuonna 2002 sähkötukkukaupan liiketoiminta myytiin. Maahantuontiin perustuneet Sähkötek- ninen kauppa ja Tehoelektroniikka yhdistettiin sähkökeskusten valmistukseen uudes- taan vuonna 2012 UTU Oy:ksi. Uusi liiketoimintayksikkö, UTU Automation Oy, pe- rustettiin vuonna 2016. UTU Automation Oy toimittaa automaatiotuotteita ja -ratkai- suja. (UTU Oy:n [www-sivut](#), 2021.)

3 SÄHKÖTEKNINEN DOKUMENTOINTI JA PIIRIKAAVIOT

Tässä kappaleessa käsitellään sähkötekniiseen dokumentointiin ja piirikaaviosuunnit- teluun vaikuttavia standardeja.

3.1 Sähkötekniinen dokumentointi

Suomessa sähkötekniiseen dokumentointiin ohjeistaa SFS-standardit. Dokumenttien laatimisessa standardien noudattaminen ei ole pakollista, mutta jos käytetään standar- deista poikkeavia ratkaisuja, pitää tekijän pystyä erikseen osoittamaan, että ratkaisut täyttävät olennaiset turvallisuusvaatimukset. Tämän takia standardeilla on vahva asema. (Sähköalan [www-sivut](#), 2020.)

Sähköalan SFS-standardit ovat SESKON (Sähköteknisen alan kansallinen standardointijärjestö) valmistelemia ja SFS:n (Suomen standardisoimisliitto ry) julkaisemia (SESKON www-sivut, 2020).

Euroopan valtioilla on maanosan sisäistä standardisointia varten standardisoimisjärjestö nimeltä CENELEC. CENELEC laatii ja pyrkii yhdenmukaistamaan Euroopan maiden kansallisia sähköstandardeja. Suomessa käytössä olevat SFS standardit on pitkälti laadittu CENELEC-standardien pohjalta. CENELEC taas laatii standardinsa kansainvälisen sähköalan standardisoimisjärjestö IEC:n pohjalta. (Ruppa & Perkiö, 1996, s. 6.)

Sähkötekniinen dokumentointi on keskeistä tuotteen tai järjestelmän hahmottelulle, suunnittelulle, valmistukselle, käytölle, asennukselle, huoltamiselle ja purkamiselle. Eli sen tarkoitus on antaa informaatiota, usein graafisessa muodossa. Sähkötekniinen dokumentointi on olennainen keino varmistaa ja todistaa, että tuotteen tai järjestelmän turvallisuus-, ympäristö- ja laatuvaatimukset on täytetty. (SFS-EN 61082-1, 2015, s. 16.)

3.2 Piirikaaviot

Piirikaaviolla tarkoitetaan kaaviota, jossa esitetään sähköisen järjestelmän tai laitteen komponentit ja niiden väliset liittynät. Piirikaaviossa kuitenkin ei oteta huomioon komponenttien fyysistä kokoa, muotoa tai sijaintia. Piirikaaviota tarvitaan järjestelmän tai laitteen toiminnan ymmärtämiseen ja se on välttämätön laitteen vikojen paikantamisessa sekä testauksessa. SFS-EN 61082-1 standardin mukaan piirikaavion on esitettävä:

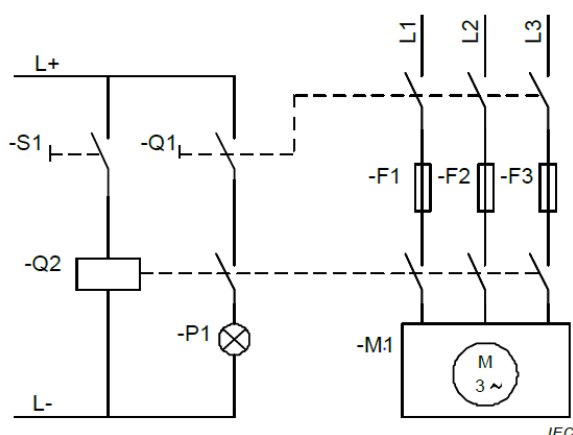
- piirrosmerkit, jotka kuvaavat piirin komponentteja
- komponenttien väliset liitännät (johdotukset)
- komponenttien viitetunnukset
- liitintunnukset
- loogisten signaalien signaalitason sopimukset
- piirien ja kulkureittien selvittämisen kannalta tarpeelliset tiedot

- laitteen toiminnan ymmärtämisen kannalta vaadittava informaatio

Piirikaavio piirretään aina jännitteettömässä tilassa. Piirikaavion esitystapoja on yleisesti kolme. Koottu, sidottu ja vapaa esitystapa. (SFS-EN 61082-1, 2015, s. 56-58.)

3.2.1 Koottu esitystapa

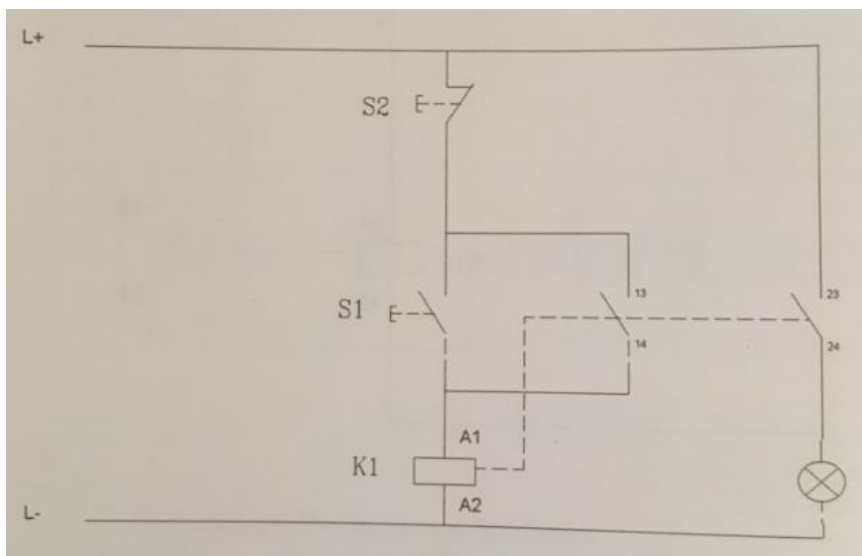
Kootussa esitystavassa (kuva 1) komponentit esitetään toistensa läheisyydessä. Esimerkiksi releet ja kontaktorit varustetaan kehäviivalla, joka esittää niihin liittyvät osat piirikaaviossa. Koottu esitystapa saattaa olla havainnollisin esitystapa vähän sähkötekniikan kanssa tekemisissä olevalle. Kuitenkin, jos järjestelmä on vähänkin monimutkaisempi, tulee kootusta esitystavasta todella sekava ja vaikeasti luettava. (Ruppa & Perkiö, 1996, s. 57.)



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

3.2.2 Sidottu esitystapa

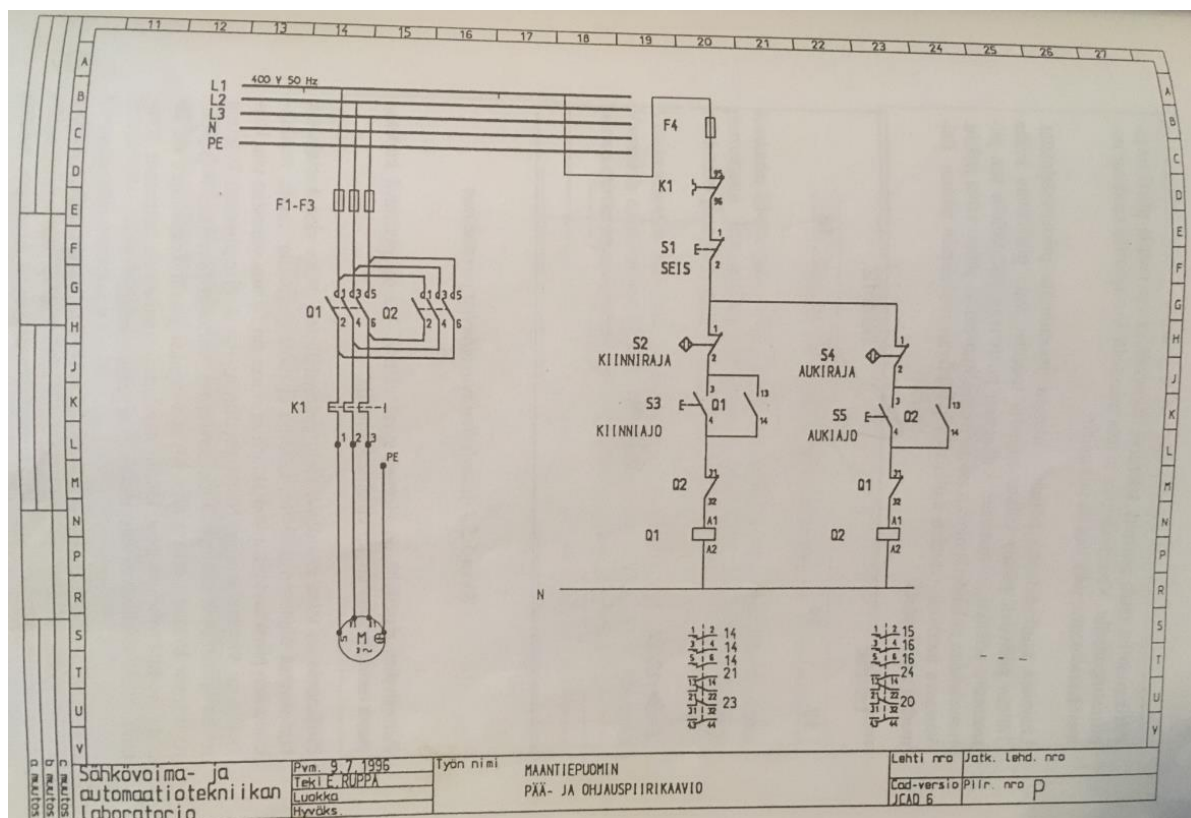
Sidottua esitystapaa käytetään enemmän ohjauspiirikaaviossa. Siinä yhden komponentin eri osat on yhdistetty toisiinsa katkoviivalla, joka ilmaisee osien yhteenkuuluvuuden. Esimerkkinä kuvassa 2 valaistuksen ohjauspiirikaaviossa releen K1 kela ja sen avautuvat koskettimet 13-14 ja 23-24 on yhdistetty toisiinsa katkoviivalla. (Ruppa & Perkiö, 1996, s. 56.)



Kuva 2. Sidottu esitystapa. (Ruppa & Perkiö, 1996, s. 56)

3.2.3 Vapaa esitystapa

Yleisimmin piirikaavioiden esityksessä käytetään vapaata esitystapaa. Vapaan esitystavan suurin etu on se, että kaavion piiriviivat saadaan suoriksi ja piirustus on helposti luettava. Esimerkiksi päävirtapiirissä sijaitsevaa kontaktoria ei tarvitse sitoa millään viivalla sen ohjausvirtapiirissä sijaitsevaan kelaan. Tämä viittaus tehdään vapaassa esitystavassa viitekaaviolla tai -taulukolla, joka sijaitsee usein piirrosmerkin alapuolella. Päävirtapiiri ja ohjausvirtapiiri voidaan piirtää samalle lehdelle, mikäli ne siihen järkevästi mahtuvat. Siten, että päävirtapiiri lehden vasempaan reunaan ja ohjausvirtapiiri lehden oikeaan reunaan. Kuvan 3 vapaamuotoisessa piirikaaviossa nähdään ohjausvirtapiirin kontaktorin kelan Q1 alapuolella viitekaavio. Viitekaaviosta nähdään viittaukset siihen, missä muualla kaaviossa kontaktorin koskettimia on käytetty. (Ruppa & Perkiö, 1996, s. 57.)



Kuva 3. Piirikaavion vapaa esitystapa. (Ruppa & Perkiö, 1996, s. 73)

3.3 Laitteiden viitetunnukset

Piirikaavioissa laitteet ja komponentit nimetään kirjainkoodien mukaan. Standardissa SFS-EN IEC 81346-2 esitetään komponenteille tehtävän tai tarkoituksen mukaan niiden viitetunnusten luokat. Taulukossa 1 on esitelty yleisimpiä laitteiden pääluokkia.

Taulukko 1. Kohteiden luontaiseen toimintoon perustuvan luokittelumallin pääluokat.
(SFS-EN IEC 81346-2:2019, 2019, s. 10)

Luokan kirjainkoodi	Luokan määritelmä	Tehtävää kuvaavia esimerkkejä	Esimerkki tyypillisestä komponentista
B	kohde informaation hankkimista ja esityksen tuottamista varten	tunnistaminen, mittaminen, havaitseminen	lähestymisanturi, valokenno
C	kohde, joka säilyttää jotain myöhempää noutamista varten	energian varastoiminen	kondensaattori
E	kohde säteilyä varten	lämmittäminen, valaistaminen	lämmitin, valaisin
F	kohde, joka suojaa vaarallisten tai ei-toivottujen olosuhteiden vaikutuksilta	suojaaminen, vaimentaminen, estäminen	varoke, johdonsuojakatkaisija, ylijännitesuoja, lämpörele
G	ohjattavissa olevan virtauksen tuottava kohde	energian tuottaminen	generaattori
K	kohde, joka käsittelee tulosignaaleja ja tuottaa asianmukaisen tuotoksen	ohjauspiirien avaaminen, sulkeminen, kytkeminen	releet
M	kohde, joka tuottaa mekaanista energiaa	voiman tuotto, vaikuttaminen	sähkömoottori
P	kohde, joka esittää informaatiota	hälyttäminen, esittäminen	merkkilamput, virta/jännite mittarit
Q	kohde, joka ohjaa energiavirtaa	avaaminen, sulkeminen, kytkeminen	kontaktori, varokeytin, katkaisija
R	kohde, joka rajoittaa energiovirran kulkua	kuristaminen, rajoittaminen	vastus, diodi
S	kohde, joka muuttaa manuaalisen toiminon signaaliksi	valitseminen, käsiohjaus	painike, ohjauskytkin
T	kohde, joka muuttaa energiaa ja signaalia	vahvistaminen, muuntaminen, modulointi	taajuusmuuttaja, tasasuuntaaja, muuntaja
W	kohde, joka johtaa energiaa paikasta toiseen	jakaminen, johtaminen	dataväylä, kaapeli
X	kohde jonkin kohteen rajapinnaksi	liittäminen	riviliitin, liitin, pistoraasia

Taulukossa 1 tuodaan esille vain siis kohteiden pääluokat. Pääluokkaa esittää komponentin tunnuksessa sen ensimmäinen kirjain. SFS-EN IEC 81346-2 standardin taulukossa 2 ja 3 tuodaan esille kohteiden alaluokkia, joita voidaan käyttää kohteiden tarkennukseen. Kohteiden tunnuksen tarkennuksella tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että jos tarkastellaan vaikka luokkaa B. Tällöin paineanturin kohdalla tunnus olisi alaluokan mukaan BP, kun taas valokennon kohdalla tunnus olisi BG. (SFS-EN IEC 81346-2:2019, 2019, s. 10-22.)

Mikäli samassa piirikaaviossa on useampi laite, joissa on sama viitetunnusluokka, erotetaan nämä toisistaan numerolla. Numerointi tulee aina kirjainkoodin jälkeen. Esimerkiksi jos piirikaaviossa esitetään 3 kontaktoria. Nämä yksilöidään viitetunnuksilla ja numeroinnilla siten, että ensimmäinen kontaktori on K1, toinen K2 ja kolmas K3. (SFS-EN 81346-1, 2010, s. 58.)

3.4 Piirrosmerkit

Sähköpiirustuksissa ja piirikaavioissa tarvitaan standardisoituja piirrosmerkkejä, jotta saadaan sovittua niin sanotusti yhteinen kieli. Eli myös toisella puolella maailmaa oleva sähköalan ammattilainen pystyy ymmärtämään Suomessa piirrettyä piirikaaviota.

Sähköpiirustusstandardin SFS-EN 61082-1 mukaan piirrosmerkkien on oltava vastaavien IEC-, ISO- tai IEC/ISO-standardien mukaisia (SFS-EN 61082-1, s. 26). Kansainvälisen sähköalan standardointijärjestön IEC 60617 standardi sisältää sähkökaavioissa ja piirustuksissa käytettävät piirrosmerkit. Piirrosmerkeistä on julkaistu verkkoon tietokanta, joka sisältää noin 1750 piirrosmerkkiä. (SESKON [www-sivut](http://www.seskon.fi), 2021.)

Piirrosmerkkien sijainnin piirikaaviossa ei tarvitse vastata niiden fyysistä sijaintia. Eli piirikaavioin ei tarvitse toimia osasijoittelukaaviona. Laitteiden fyysinen sijainti tuodaan esille yleensä layout-piirustuksessa. (Ruppa & Perkiö, 1996, s. 65.)

4 CADMATIC

4.1 CADMATIC -suunnitteluohjelmistot

CADMATIC on CADMATIC Oy:n tekniseen piirtämiseen ja suunnitteluun tarkoitettu ohjelmistokokonaisuus. CADMATIC tarjoaa rakennus-, sähkö- ja LVI-suunnitteluun monenlaisia eri suunnitteluohjelmistoja. CADMATIC ohjelmistot ovat alun perin Kyndata-ohjelmistoyhtiön kehittämiä CADS-ohjelmia. Elokuussa 2019 CADMATIC Oy osti Kyndata-ohjelmistoyhtiön ja sen CADS-ohjelmistot. (CADMATICIN [www-sivut](#), 2020.)

Tässä opinnäytetyössä piirikaaviosuunnittelussa ja generoinnissa käytetään suunnitteluohjelmistona CADMATIC Electricalia. Se on tietokantapohjainen sähkösuunnitteluohjelmisto. CADMATIC mainostaa sivuillaan, että CADMATIC Electricalilla tuottaa tehokkaasti piiri- ja johdotuskaaviot, taulukot ja luettelot, teollisuuden pääkaaviot sekä keskuslayoutit. (CADMATICIN [www-sivut](#), 2020.)

4.2 Generointi Exceliä ja pohjakuvia hyödyntäen toiminto

CADMATIC Electricalissa on toiminto ”Kuvien generointi Excel-taulukon perusteella”. Tällä toiminnolla voidaan tehdä uusi piirikaavio-tiedosto, joka luodaan Exceliin annettavien tietojen ja pohjakuvien avulla. Generointi toiminto luo siis useasta pohjakuvasta yhden tiedoston, joka sisältää niin monta piirikaavio lehteä kuin Excel tiedostoon on annettu pohjakuvia. Pohjakuvana voi toimia mikä tahansa piirikaavio kuva. Tiedot mitä tuodaan Excelistä generoinnissa voivat olla ihan mitä tahansa käyttäjä haluaa. Ainoa pakollinen sarake on ”Pohjakuva”-sarake. Tämän sarakkeen perusteella määritellään mitä pohjakuvaa käytetään generoitaessa. Sarakkeen riville täytyy syöttää vain pohjakuvan nimi ja lisätä loppuun .drw. Tällä tavoin Excel löytää halutun pohjakuvan generoitaessa.

Generointi toiminnon idea ja hyöty on siinä, että sillä saadaan tehostettua sähkösuunnittelua. Sen avulla saataisiin kustannustehokkaasti generoitua yksinkertaisia ja usein

toistuvia keskuslähtöjä projekteissa. Tämä nopeuttaisi mahdollisesti sähkösuunnittelijoiden työtä, jotta kaikkea ei tarvitsisi piirikaavioissa aina piirtää alusta asti käsin.

5 PIIRIKAAVIOSUUNNITTELU

5.1 Selvitys tarvittavista piirikaavioista

Kuten johdannossa jo tuotiin esille, tämän opinnäytetyön toiminnallisessa osassa selvitettiin aluksi minkälaisia sähkökeskuslähtöjä UTU:lla projekteissa usein toistuu. Selvitys tehtiin käymällä läpi viimeaikaisia projekteja sekä keskustelemalla UTU:n suunnittelijoiden kanssa. UTU:lta löytyi entuudestaan ns. vakiopiirikaaviot tämänkaltaisista usein toistuvista keskuslähdistä, mutta ne alkoivat olla jo lähes 15 vuotta vanhoja kuvia, joita ei enää tänä päivänä sähkösuunnittelussa voinut oikeastaan käyttää. Nämä vanhat vakipiirikaaviot myös käytiin lävitse ja sieltä otettiin tarpeelliseksi koettut piirikaaviot mukaan opinnäytetyöhön.

Näin saatiin luotua lista, minkälaisia piirikaavioita sitten luotaisiin. Näistä päivitettävistä piirikaavioista oli tarkoitus luoda ns. uudet vakipiirikaaviot, joita voitaisiin käyttää pohjakuvina piirikaavioiden generoinnissa.

Tähän opinnäytetyöhön otettiin mukaan 74 kpl piirikaavioita. Nämä kaikki piirikaaviot piirrettiin uudelleen käyttämällä CADMATIC Electrical sähkösuunnitteluohjelmistoa. Piirretyistä piirikaavioista valtaosa oli valaistus-, lämmitys ja moottorinohjauslähtöjä. Mukana oli myös mittaus-, katkaisija-, muuntaja- ja tasavirtalähdekaavioita.

5.2 Piirikaavioiden piirtäminen

Liitteissä 3-7 näkyy myöhemmin tehtävän generointi esimerkkiprojektin valaistuksenohjaus piirikaaviot. Piirikaaviot piirrettiin tähän tapaan, käyttäen vapaata esitystapaa. Siten, että päävirtapiiri sijoitettiin piirustus pohjan vasempaan reunaan ja

ohjausvirtapiiri oikeaan reunaan. Ohjauskytkimen kytkinpakalle ja merkkilampulle varattiin tila päävirtapiirin puolelta yläreunasta. Symboliikkana piirtämisessä käytettiin CADMATIC:n symbolikirjaston symboliikkaa.

Piirrettyihin piirikaavioihin lisättiin myös kosketinviittaukset. Mikäli esim. kontaktorin sulkeutuvaa apukosketinta käytettäisiin jossain muualla piirikaaviossa, näytettäisiin sen sijainti kosketinviittauksen vieressä.

Piirikaavioihin lisättiin myös johdotusviittaukset, eli ohjausriviliittimen kohdalla nähdään johdotustieto, että mistä johdotetaan ja mihin. Johdotusviittaukset lisättiin myös päävirtapiiriin kontaktorin kelalle ja sen apukoskettimille, mahdolliselle lämpöreleelle, ohjauskytkimen kosketinpakalle sekä merkkilampulle.

Piirikaaviossa esiintyvien laitteiden napanumerot numeroitiin vastaamaan UTU:lla käytettyjen komponenttien napanumeroita. Osalle laitteista annettiin myös laitetieto. Esimerkiksi kellokytkimelle, aikareleelle ja porrasvaloautomaatille annettiin piirikaavioon laitetiedoksi UTU:lla käytetyn komponentin malli. UTU:lla käytetyt laitemallit ja napanumerot saatiin selvitettyä UTU:n suunnittelijoilta.

Vastaavalla tavalla piirrettiin jokainen tähän projektiin mukaan otettu piirikaavio. Yhteensä piirrettiin 74 kpl piirikaavioita.

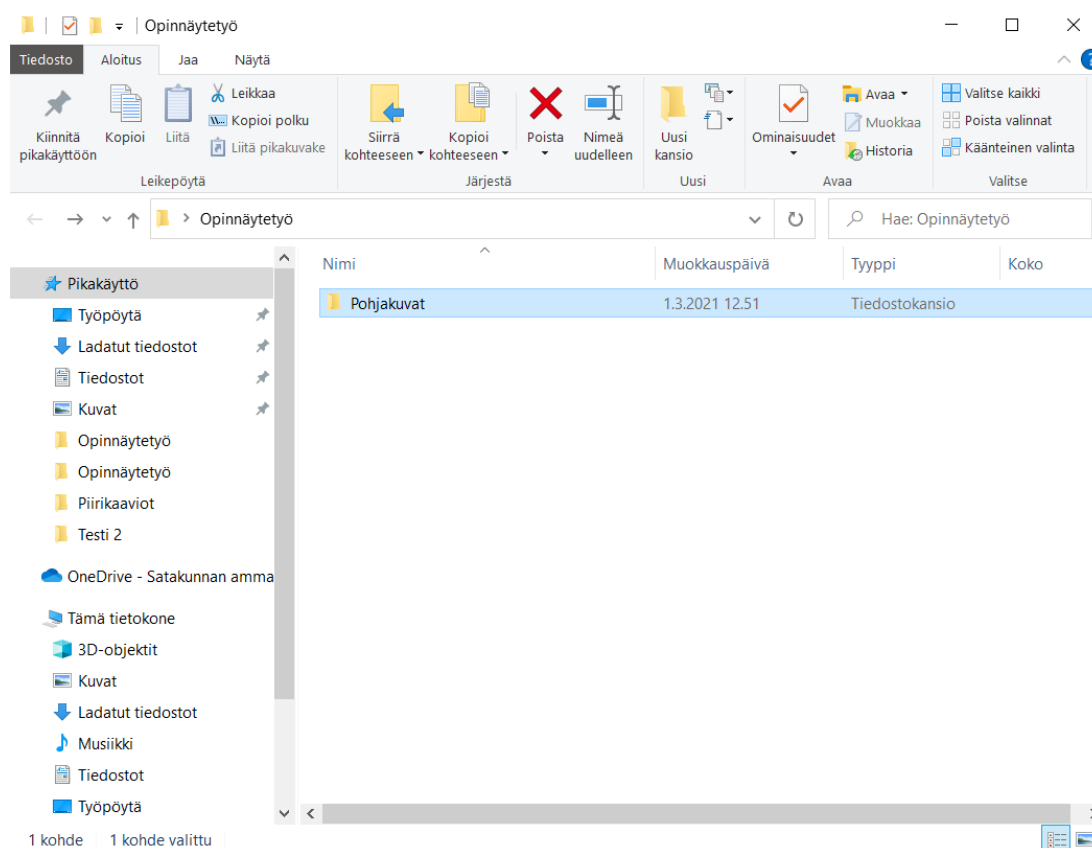
6 PIIRIKAAVIOIDEN GENEROINTI EXCELIÄ HYÖDYNTÄEN

Tässä kappaleessa käydään läpi CADMATIC Electrical sovelluksen generointi toimintoa ja esitetään esimerkki projektin kautta, miten generointi tapahtuu vaihe vaiheelta. Opinnäytetyön aikana perehdyttiin generointi toimintoon CADMATIC:ltä saatujen koulutusmateriaalien avulla. Seuraavat asiat perustuvat koulutusmateriaalin avulla opittuun tietoon.

Havainnollistetaan esimerkin kautta, miten generointi Excelin ja pohjakuvien avulla tehdään. Luodaan tätä esimerkkiä varten kuvitteellinen projekti valaistuksenohjauksista, jossa generoidaan 5 kpl valaistuksenohjaus lähtöjä. Esimerkissä käytetään liitteenä 1 olevaa piirikaaviota pohjakuvana.

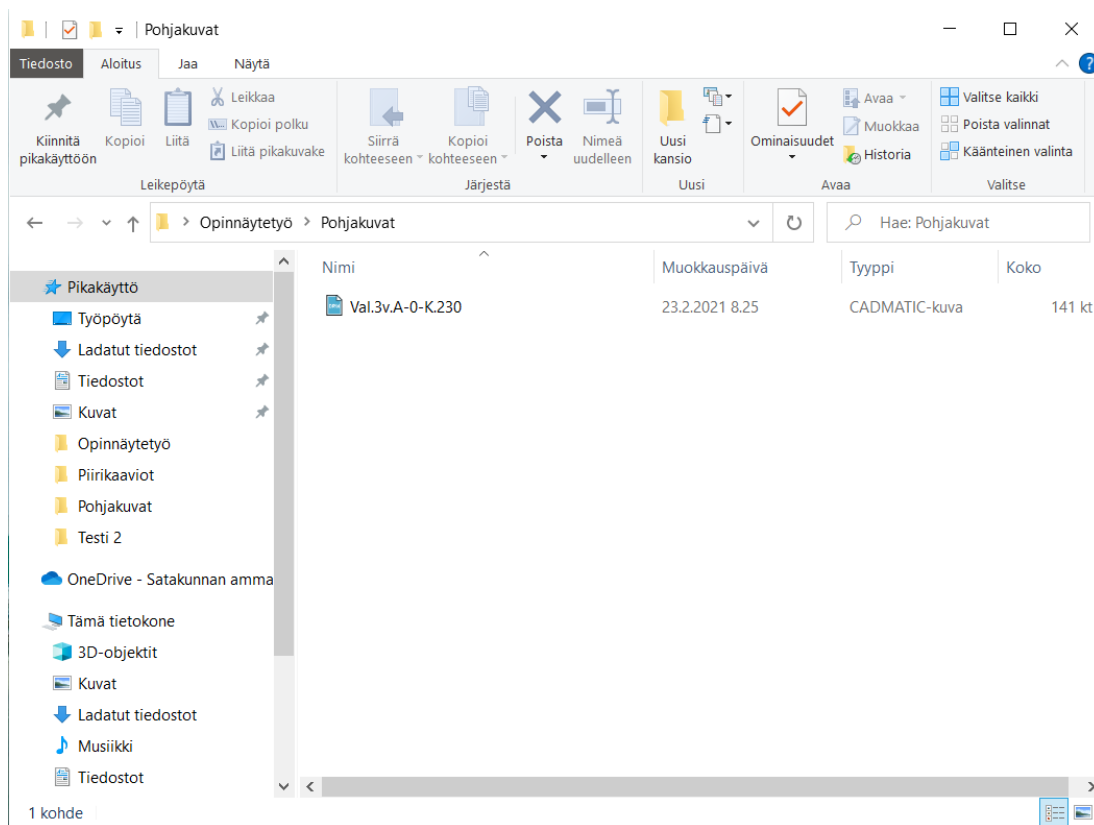
6.1 Pohjakuvat kansio

Luodaan uusi kansio ja annetaan sille nimeksi pohjakuvat. On generoinnin kannalta oleellista, että on olemassa yksi kansio, joka sisältää kaikki pohjakuvat, joita generoinnissa halutaan käyttää. Näin Excel ja CADMATIC tietää, mistä kansioista se etsii pohjakuvaa generointia tehdessä.



Kuva 4. Luodaan kansio nimeltä Pohjakuvat.

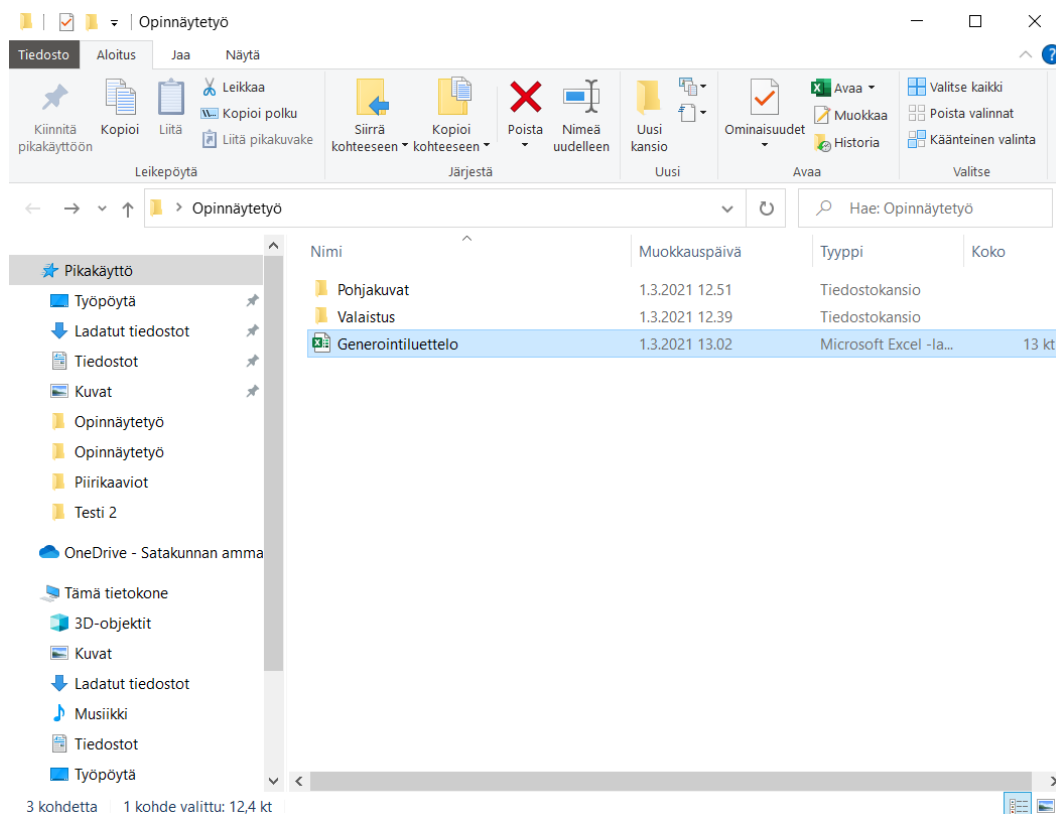
Tämän jälkeen tuodaan generoinnissa käytettävä piirikaavio kuva pohjakuvat kansioon. Tässä esimerkissä käytetään vain 1 pohjakuvaa generoinnissa, mutta pohjakuvia voisi olla pohjakuvat kansiossa niin paljon kuin käyttäjä vain haluaa.



Kuva 5. Pohjakuvat kansioon tuodaan generoinnissa käytettävä pohjakuva.

6.2 Excel -tiedoston luominen

Luodaan generointia varten Microsoft Excel tiedosto. Annetaan sille nimeksi Generointiluettelo. Syötetään Excel tiedoston ensimmäiselle riville sarakkeiden nimiksi sellaisia tietoja, joita halutaan generoinnissa tuotavan Excelistä luotavaan piirikaavio-tiedostoon.



Kuva 6. Luodaan Excel tiedosto nimellä Generointiluettelo.

6.2.1 Pakolliset saraketiedot

Pakollisia saraketietoja Excelissä on Pohjakuva sarake. Tämän sarakkeen perusteella Excel ja CADMATIC tietää, mitä pohjakuvaa käytetään generointia tehdessä.

A	B	C	D	E	F	G	H
						Pohjakuva	

Kuva 7. Luodaan pakollinen pohjakuva sarake.

Pohjakuva sarakkeen alle annetaan pohjakuvat kansioon viedyn piirikaavio kuvan nimi. Nimi täytyy olla kirjoitettu täsmälleen samoin kuten Pohjakuvat kansiossa

olevan pohjakuvan nimi. Nimen jälkeen Excel riville syötetään vielä .drw. Eli tässä tapauksessa Pohjakuvat sarakkeen alle syötetään Val.3v.A-0-K.230.drw.

A	B	C	D	E	F	G
						Pohjakuva
						Val.3v.A-0-K.230.drw

Kuva 8. Syötetään generoinnissa käytettävän pohjakuvan nimi + .drw pohjakuva sarakkeen alle.

6.2.2 Vapaasti valittavat saraketiedot

Muut Excel sarakkeen tiedot voivat olla mitä tahansa käyttäjä haluaa. Tässä esimerkki projektissa otetaan saraketiedoiksi Kuvaus 1, kuvaus 2, kuvaus 3, lähtö, arkistotunnus, suunn., tarkastanut ja hyväksynyt. A sarake on jätetty tyhjäksi ja sitä ei ole tarkoitus linkittää mihinkään. Ideana on, että tähän sarakkeeseen voi kirjoittaa vapaasti minkälaisesta lähdöstä on kyse.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		Kuvaus 1	Kuvaus 2	Kuvaus 3	Lähtö	Pohjakuva	Arkistotunnus	Suunn.	Tarkastanut	Hyväksynyt
2						Val.3v.A-0-K.230.drw				
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Kuva 9. Saraketietojen lisääminen Excel tiedostoon.

Sijoitetaan sarakkeiden alle mitä tietoja halutaan generoinnissa tuoda piirikaaviotiedostoon. Sijoitetaan Kuvaus 1, -2 ja -3 sarakkeiden alle minkälainen lähtö on kyseessä. Sijoitetaan myös mikä lähtö numero on kyseessä. Annetaan ensimmäisen rivin lähtönumeroksi tässä tapauksessa 1.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Kuvaus 1	Kuvaus 2	Kuvaus 3	Lähtö	Pohjakuva	Arkistotunnus	Suunn.	Tarkastanut	Hyväksynyt
Valaistusohjaus A-0-K kytkin	Lähtö 1	Valaistus 3-v	K-0-A kytkin	1	Val.3v.A-0-K.230.drw				

Kuva 10. Sijoitetaan Exceliin generoinnissa tuotavia tietoja.

Annetaan arkistotunnus sarakkeeseen esimerkiksi numerosarja 12345. Annetaan Suunn. sarakkeeseen AA, tarkastanut sarakkeeseen BB, ja hyväksynyt sarakkeeseen CC.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Kuvaus 1	Kuvaus 2	Kuvaus 3	Lähtö	Pohjakuva	Arkistotunnus	Suunn.	Tarkastanut	Hyväksynyt
Valaistusohjaus A-0-K kytkin	Lähtö 1	Valaistus 3-v	K-0-A kytkin	1	Val.3v.A-0-K.230.drw	12345	AA	BB	CC

Kuva 11. Sijoitetaan Exceliin generoinnissa tuotavia tietoja.

Tässä esimerkki projektissa tarkoitus on luoda 5 kpl valaistuksenohjaus lähtöjä, joten lisätään Exceliin lähdöille 2-5 rivit ja kirjataan niille halutut generointi tiedot. Pohjakuvana käytetään samaa pohjakuvaa. Kuvaus 2, kuvaus 3, arkistotunnus, suunn. tarkastanut ja hyväksynyt tiedot ovat myös samoja kuin rivillä 1. Numeroidaan lähdöt juoksevasti ykkösestä eteenpäin.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Kuvaus 1	Kuvaus 2	Kuvaus 3	Lähtö	Pohjakuva	Arkistotunnus	Suunn.	Tarkastanut	Hyväksynyt
Valaistusohjaus A-0-K kytkin	Lähtö 1	Valaistus 3-v	K-0-A kytkin	1	Val.3v.A-0-K.230.drw	12345	AA	BB	CC
Valaistusohjaus A-0-K kytkin	Lähtö 2	Valaistus 3-v	K-0-A kytkin	2	Val.3v.A-0-K.230.drw	12345	AA	BB	CC
Valaistusohjaus A-0-K kytkin	Lähtö 3	Valaistus 3-v	K-0-A kytkin	3	Val.3v.A-0-K.230.drw	12345	AA	BB	CC
Valaistusohjaus A-0-K kytkin	Lähtö 4	Valaistus 3-v	K-0-A kytkin	4	Val.3v.A-0-K.230.drw	12345	AA	BB	CC
Valaistusohjaus A-0-K kytkin	Lähtö 5	Valaistus 3-v	K-0-A kytkin	5	Val.3v.A-0-K.230.drw	12345	AA	BB	CC

Kuva 12. Lisätään generointiluetteloon lähtörivit 2-5.

Nyt halutunlainen Excel tiedosto on valmis. Voidaan tallettaa ja sulkea se.

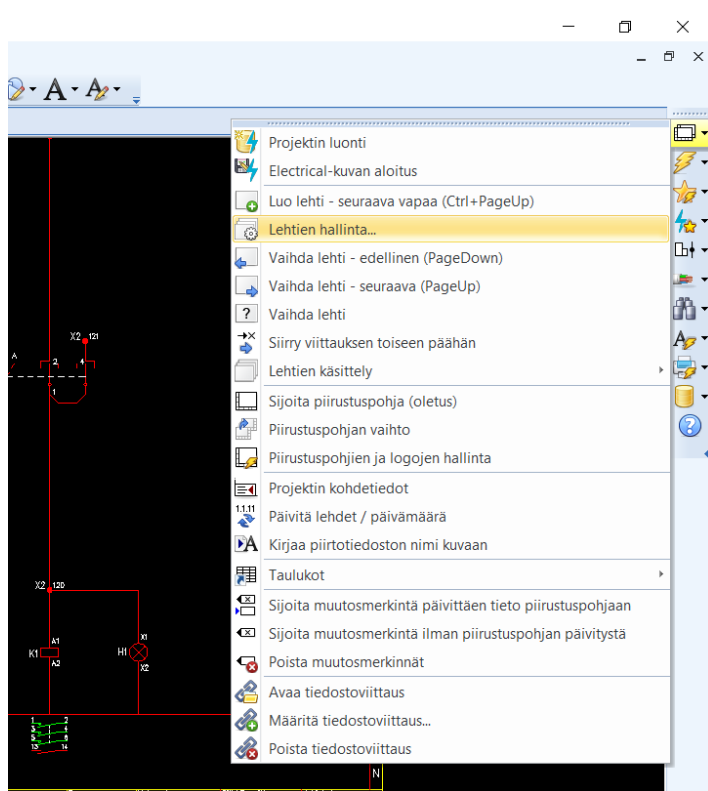
6.3 Excel saraketietojen linkitys pohjakuvaan

Jotta CADMATIC tietää mihin Excelistä haettavia saraketietoja sijoitetaan pohjakuvaan, täytyy se kertoa linkityksen avulla. Linkitettävä tieto kirjoitetaan pohjakuvaan kahden \$\$-merkin väliin. Kirjoitettava tieto täytyy olla kirjoitettu vastaavasti kuten

Exceliin syötetty saraketieto. Esim. \$Kuvaus 1\$. Tällöin generoinnissa CADMATIC tietää mistä sarakkeesta se hakee tuohon linkitettyyn kohtaan Excel tietoja.

Avataan generoinnissa käytettävä pohjakuva ja luodaan linkitys. Tässä esimerkissä käytetään liitteenä 1 olevaa piirikaaviota pohjakuvana ja luodaan linkitykset siihen CADMATICIN avulla.

Luodaan linkitys pohjakuvan piirustustietoihin. Avataan CADMATICIN valikosta lehtien hallinta.



Kuva 13. Avataan lehtien hallinta.

Käyttäjälle avautuu ikkuna, johon voi sijoittaa piirustus pohjan tietoja. Sijoitetaan piirustus pohjan sarakkeisiin linkitykset Excelin sarakkeita varten. Tämä tehdään kirjoittamalla esim. Kuvaus 1 linkityksen tapauksessa siten, että kirjoitetaan \$Kuvaus 1\$ piirustuksen nimitys (1.rivi) sarakkeen alle. Kuten kuvassa 14. Vastaavasti kirjoitetaan Kuvaus 2, Kuvaus 3, suunnittelija, tarkastanut, hyväksynyt ja arkistotunnus kohtiin Excelistä tuotavien sarakkeiden nimet linkitystä varten kahden \$\$-merkin välissä. \$\$-

merkkien avulla CADMATIC tunnistaa mihin kohtiin se hakee tietoja Excelistä generointia tehdessä.

Piirustuksen nimitys (1.rivi) :	Piirustuksen nimitys (2. rivi) :	Piirustuksen nimitys (3.rivi) :	Suunnittelija:	Hyväksynyt / Pvm :	Tarkastanut / Pvm :	Tiedostonimi:
\$Kuvaus 1\$	\$Kuvaus 2\$	\$Kuvaus 3\$	\$Suunn.\$	\$Hyväksynyt\$	\$Tarkastanut\$	\$Arkistotunnus\$

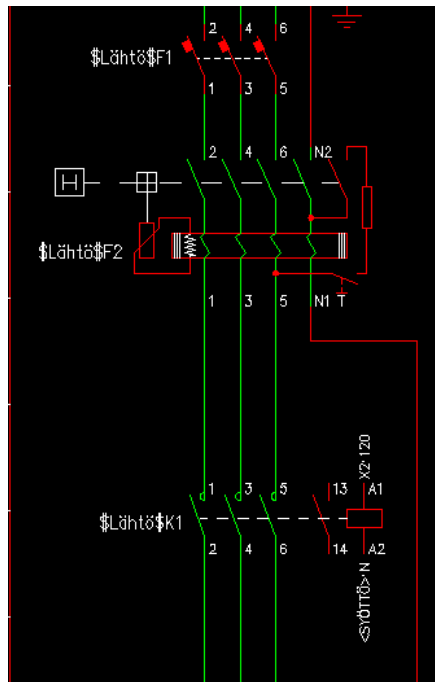
Kuva 14. Luodaan linkitys Excelin ja CADMATICIN välille.

Voidaan sulkea lehtien hallinta ikkuna. Pohjakuvasta huomataan miten linkitetyt saraketiedot ovat ilmestyneet nyt kahden \$\$-merkin väliin piirustus pohjan piirustustietoihin.

					N
\$Kuvaus 1\$ \$Kuvaus 2\$ \$Kuvaus 3\$	Suunn.	Kokonaisuus		Sähköpositio	Arkistotunnus
	\$Suunn.\$1.12.2020				\$Arkistotunnus\$
	Tark.	Lehti	Piirustusnumero		
	\$Tarkastanut\$	1 / 1			
	Hyv.				
	\$Hyväksynyt\$				

Kuva 15. Linkitetyt tiedot pohjakuvassa.

Sijoitetaan piirikaaviossa olevien laitteiden komponenttien tunnuksien eteen lähtötieto. Tämä tehdään niin, että esim. johdonsuojakatkaisijalle F1 syötetään tunnukseksi \$Lähtö\$F1. Vastaavasti kontaktorille K1 annetaan tunnukseksi \$Lähtö\$K1. Generoinnissa tuohon linkitettyyn lähtötietoon haetaan siis tunnuksen eteen lähtönumero.

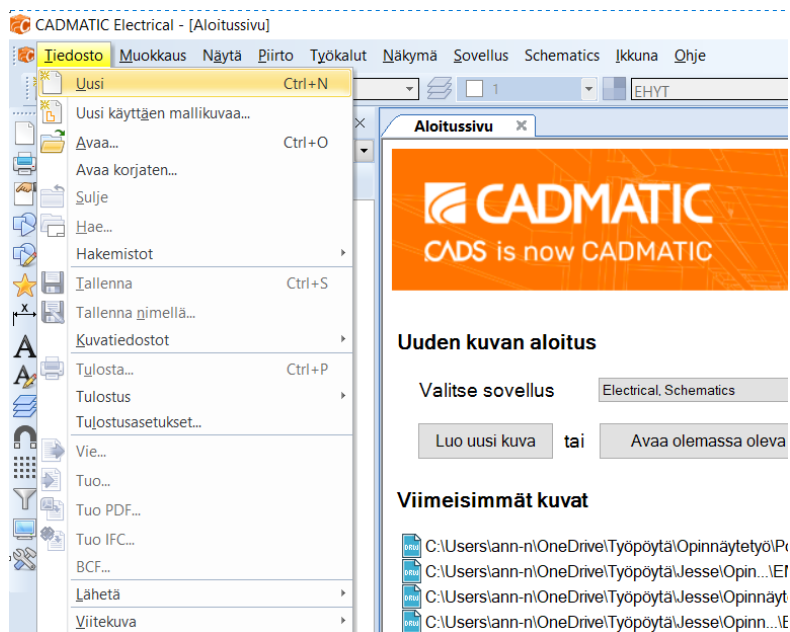


Kuva 16. Luodaan lähtötieto linkitys laitteiden tunnuksiin.

Nyt generoinnissa tuotavat tiedot on linkitetty pohjakuvaan. Liitteessä 2 on pohjakuva, johon luotu linkitykset. Seuraavaksi tehdään itse generointi.

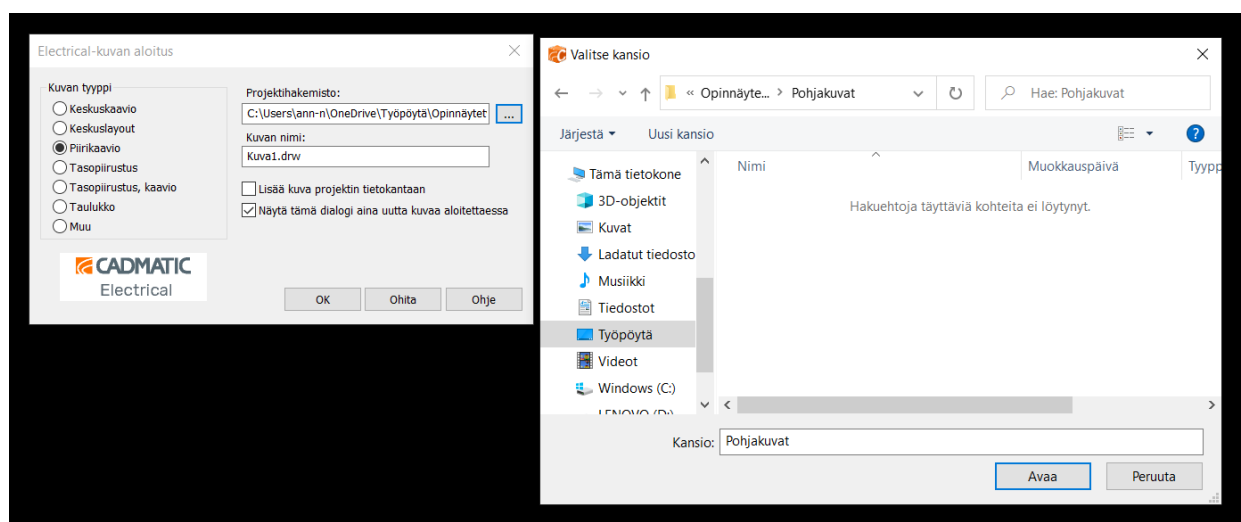
6.4 Luodaan uusi kuva

Generointia tehdessä täytyy aluksi luoda uusi kuva. Valitaan CADMATICIN valikon vasemmasta yläreunasta tiedosto ja uusi.



Kuva 17. Luodaan uusi kuva.

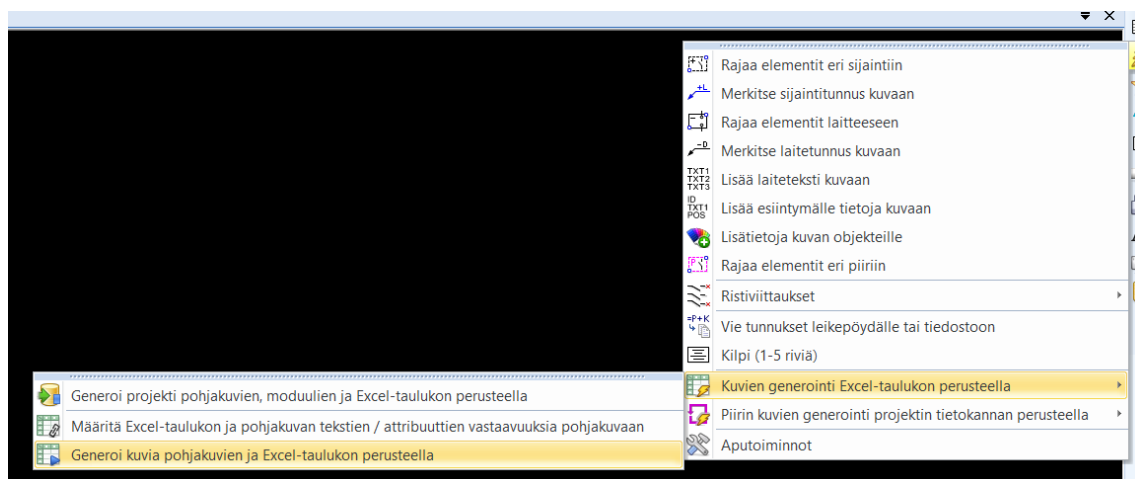
Tämän jälkeen CADMATIC kysyy, että mihin kansioon uusi kuva luodaan. Generoinnin toimivuuden kannalta on oleellista, että uusi tyhjä kuva luodaan siihen kansioon, jossa on generoinnissa käytettävät pohjakuvat. Haetaan siis avautuvasta valikosta projektihakemisto kohtaan alussa luotu pohjakuvat kansio ja painetaan ok.



Kuva 18. Uuden kuvan luominen pohjakuvat kansioon.

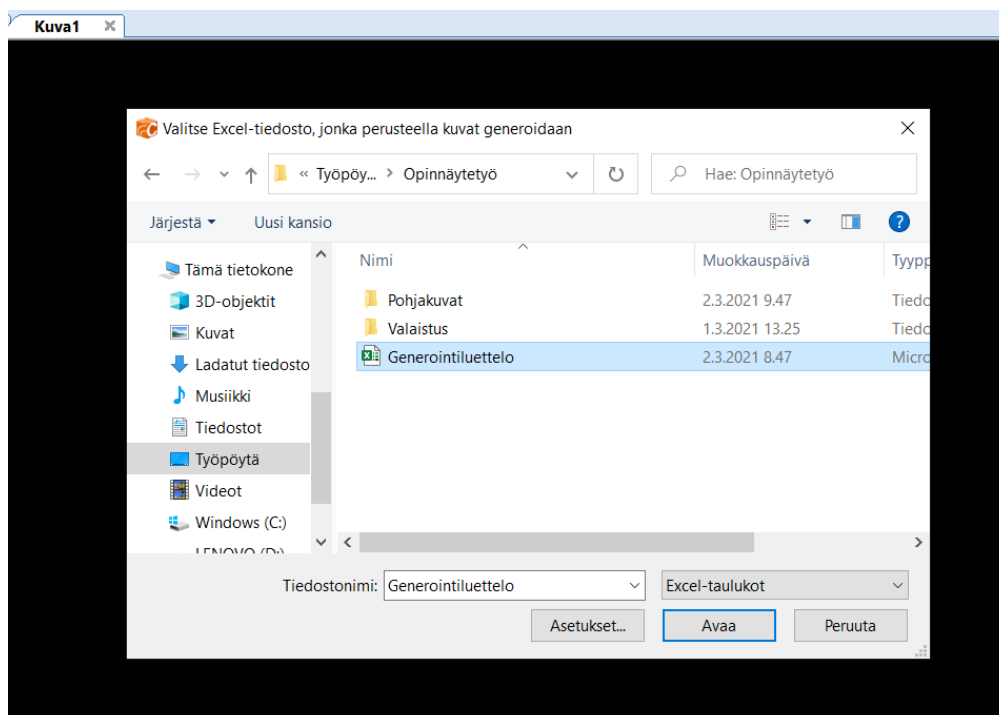
6.5 Generointi toiminnon suorittaminen

Seuraavaksi valitaan CADMATICIN oikean reunan toiminnot valikon alta ”Generoi kuvia pohjakuvien ja Excel-taulukon perusteella”.



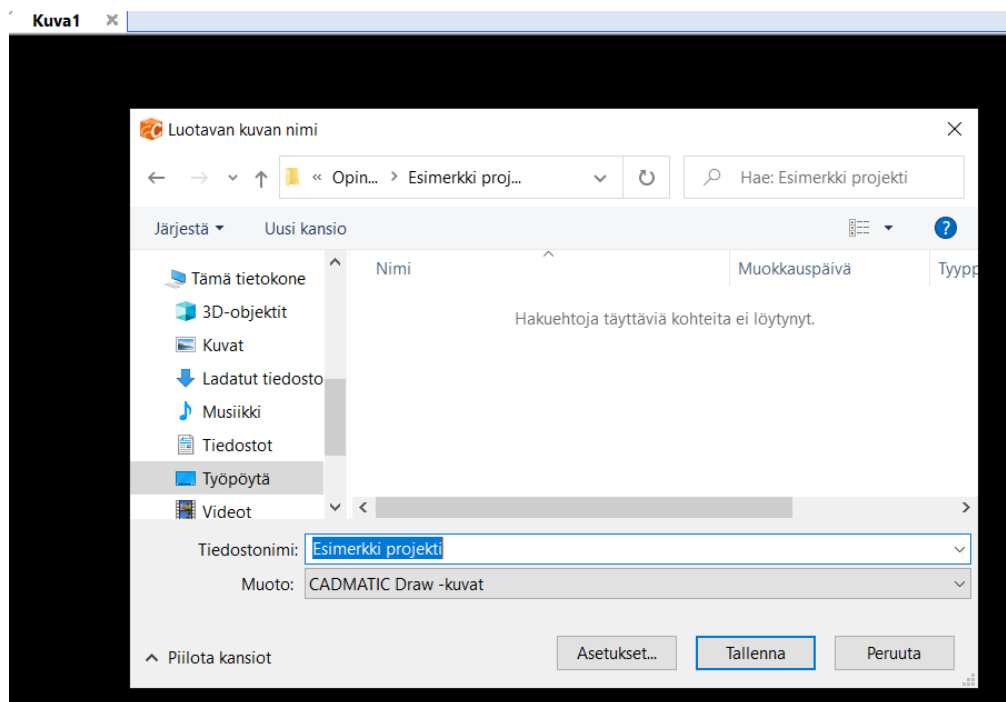
Kuva 19. Generointi pohjakuvien ja Excel-taulukon perusteella.

Nyt CADMATIC avaa ikkunan, jossa se kysyy minkä Excel-tiedoston perusteella generointi tehdään. Haetaan hakemistosta alussa esimerkkiä varten luotu Generointiluettelo ja klikataan avaa.



Kuva 20. Valitaan minkä Excel-taulukon perusteella generoidaan.

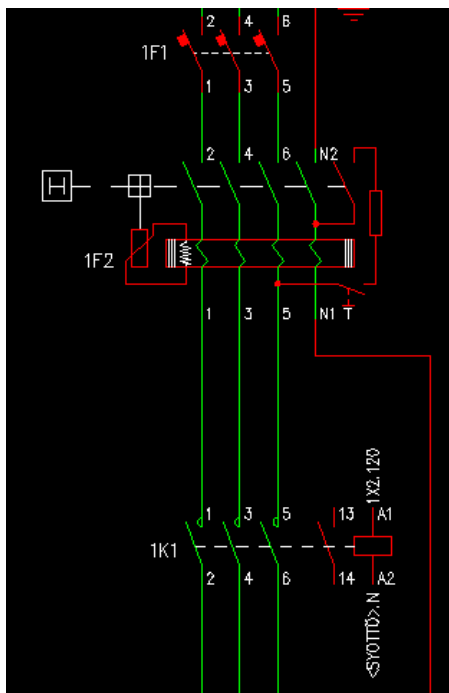
Tämän jälkeen CADMATIC vielä kysyy, että millä nimellä ja mihin luotava piirikaavio tiedosto tallennetaan. Tämä on ihan käyttäjän vapaasti valittavissa.



Kuva 21. Valitaan hakemistosta mihin ja millä nimellä luotava tiedosto tallennetaan.

6.6 Generointi on valmis

Nyt generointi on valmis. Generoinnissa syntyneet piirikaaviolehdet liitteissä 3-7. Ku-
vista 22 ja 23 sekä liitteistä 3-7 nähdään, että Excelin saraketietojen alta on haettu
pohjakuvaan halutut tiedot. Tiedot on haettu juuri niihin kohtiin, joihin luotiin aiem-
min linkitys. Myös johdinviihtaukset toimivat oikein generoitaessa, ja niihin tulee oi-
kein laitteiden tunnuksset.



Kuva 22. Generoidut tiedot piirikaaviotiedostossa.

					N
Lähtö 1 Valaistus 3-v K-O-A kytkin	Suunn. AA	Kokonaisuus		Sähköpositio	Arkistotunnus
	/21.12.2020				12345
	Tark. BB	Lehti	Piirustusnumero		
	Hvv. CC	1/5			

Kuva 23. Generoidut tiedot piirikaaviotiedostossa.

Tässä generointi esimerkissä siis syntyy yksi piirikaaviotiedosto, joka sisältää 5 kpl piirikaaviolehtiä. Esimerkissä haluttiin näyttää mahdollisimman yksinkertaisesti generointitoimintoa vaihe vaiheelta. Tämän takia pohjakuvana käytettiin yhtä ja samaa pohjakuvaa, mutta pohjakuvia voisi siis olla generoinnissa useampiakin.

Alussa generoinnissa käytettävään Excel tiedostoon syötettiin sarakkeiden alle viidelle riville tietoja. Yksi rivi Excelissä vastaa siis aina yhtä piirikaaviolehteä tässä generointi esimerkissä. Riville syötetyt tiedot tuodaan pohjakuvaan luotujen saraketieto linkitysten kautta. Se mitä pohjakuvaa käytetään, kun tuodaan tietoja Excelistä, määräytyy aina sen mukaan, minkä pohjakuvan nimi on syötetty kyseiselle riville pohjakuva sarakkeen alle.

7 YHTEENVETO

Tätä työtä tehdessä piirrettiin pohjakuviksi 74 piirikaavioita UTU:lla useimmin projekteissa toistuvista lähdöistä. Lopputuloksena saatiin näin päivitettyä UTU:n lähes 15 vuotta vanhat vakiopiirikaaviot vastaamaan ne tämän päivän projektien tarpeita. Jokaiseen pohjakuvaan luotiin generointia varten linkitys. Työn aikana luotiin kaksi Excel tiedostoa. Ensimmäinen niistä sisältää kaikki pohjakuvat ja pohjakuviin halutut generointi tiedot. Toinen Excel tiedosto sisältää vain samat saraketiedot, kuin pohjakuvat sisältävä Excel tiedosto. Tähän toiseen Excel tiedostoon voidaan kopioida ja liittää pohjakuvat sisältävästä Excelistä sellaisia lähtöjä aina riveittäin kuin mitä projekti ikinä vaatiikaan. Tätä toista Excel tiedostoa voidaan siis muokata aina uuden projektin kohdalla juuri kyseiseen projektiin sopivaksi.

Opinnäytetyön aikana luotiin UTU:lle kirjallinen ohje, miten generointi käytännössä tehdään vaihe vaiheelta. Ohje on liitteenä 8. UTU:n suunnittelijat myös koulutettiin käyttämään Excel generointi toimintoa. Tämä koulutus järjestettiin videopuhelun välityksellä heidän suunnittelijoilleen. Nyt tilaajalla on käytössään siis työkalu mikä mahdollistaa yksinkertaisten keskuslähtöjen generoinnin nopeasti ja mahdollisesti säästää aikaa heidän sähkösuunnittelijoillaan tulevaisuudessa.

LÄHTEET

CADMATICIN www-sivut. Haettu 16.11.2020. <https://www.cadmatic.com/fi/yritys/>

CADS is now CADMATIC. (13.3.2017). CADMATIC Electrical 17 – Generating schematics from Excel and template files [video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=kJg4uHh6cBg>

Kauppalehden www-sivut. 2020. Haettu 11.11.2020. <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/utu+oy/17074532>

Ruppa & Perkiö. 1996. Sähkötekeminen dokumentointi. Helsinki: Hakapaino Oy.

SESKON www-sivut. 2020. Haettu 12.11.2020. <https://www.sesko.fi/standardit/sfs-iec-en-standardit>

SESKON www-sivut. 2021. Haettu 29.1.2021. <https://www.sesko.fi/standardit/standardoinnin-aihealueita/dokumentointi/piirrosmerkit>

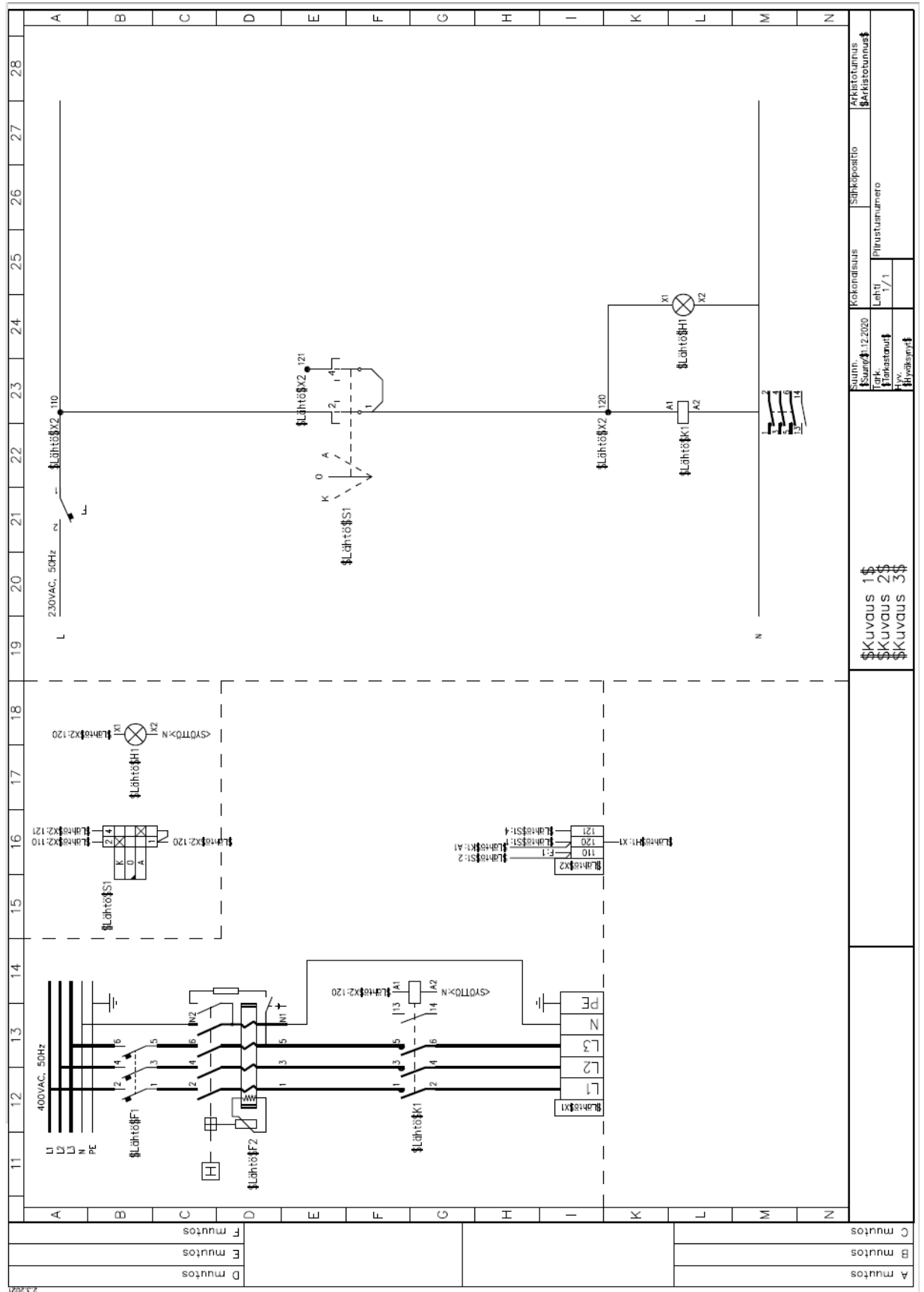
SFS-EN 61082-1. Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. 2015.

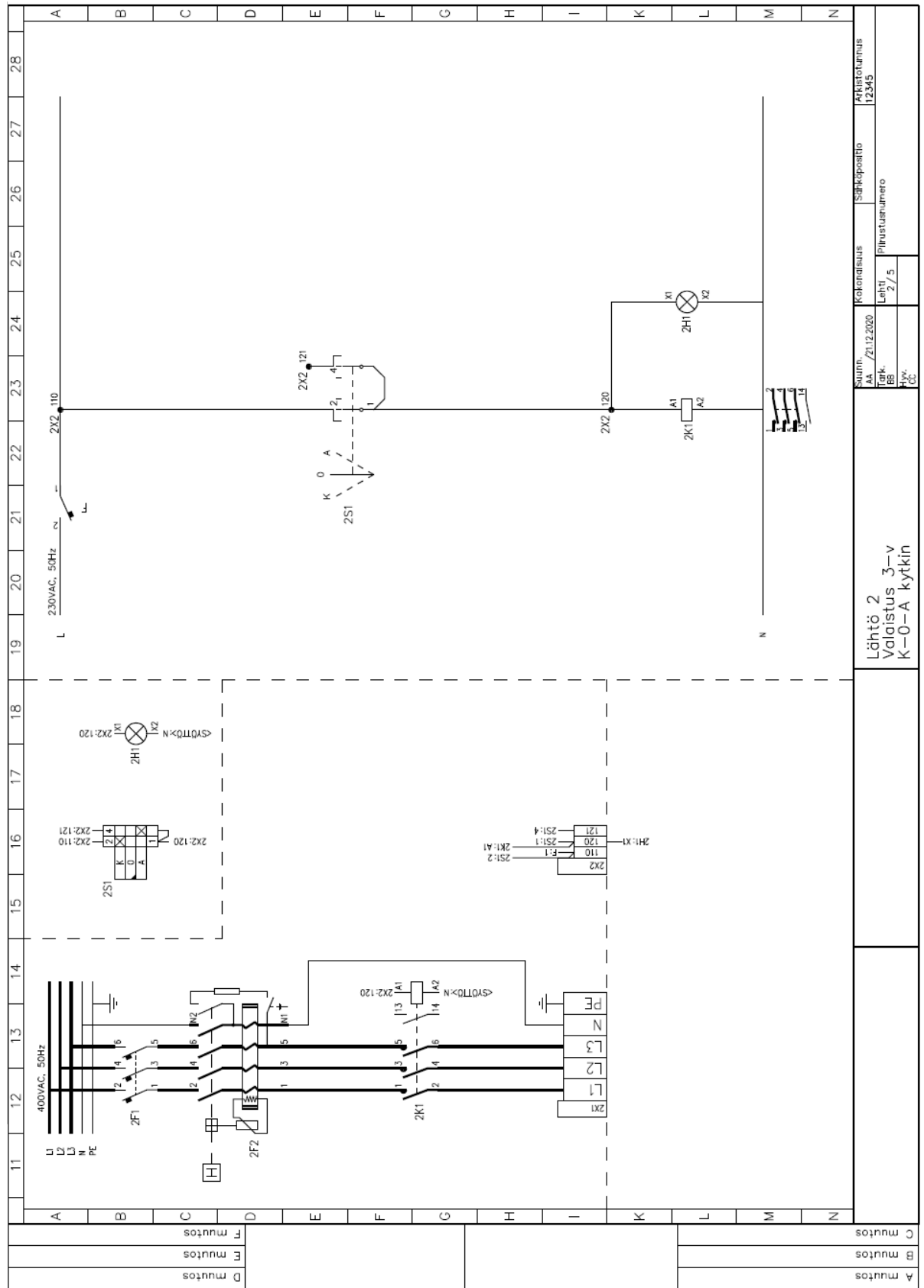
SFS-EN 81346-1. Teollisuuden järjestelmät, asennukset ja laitteet sekä teollisuustuotteet. Jäsentelyn periaatteet ja viitetunnukset. Osa 1: Perussäännöt. 2010.

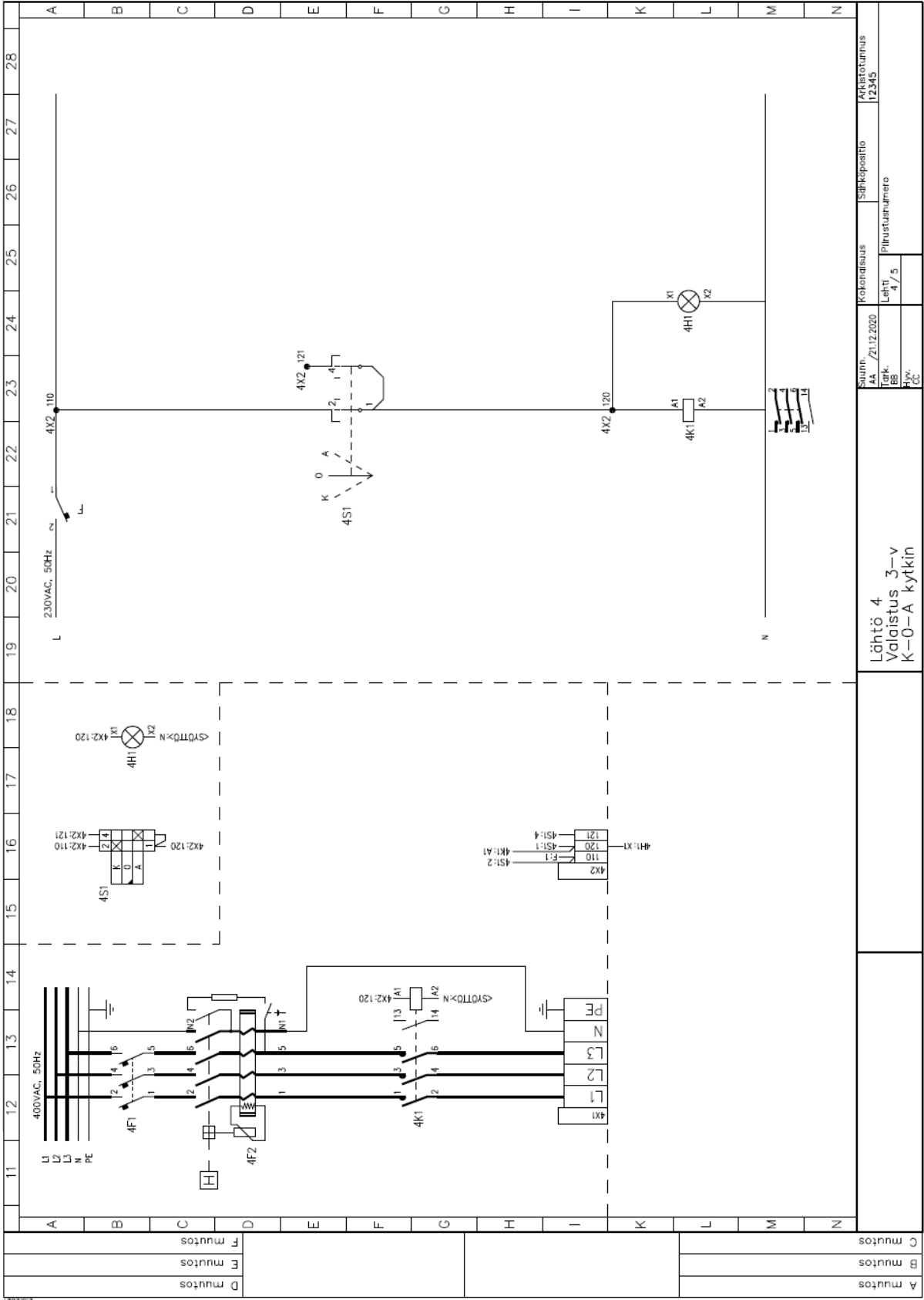
SFS-EN IEC 81346-2:2019. Teollisuuden järjestelmät, asennukset ja laitteet sekä teollisuustuotteet. Jäsentelyn periaatteet ja viitetunnukset. Osa 2: kohteiden luokittelu ja luokkia vastaavat koodit. 2019.

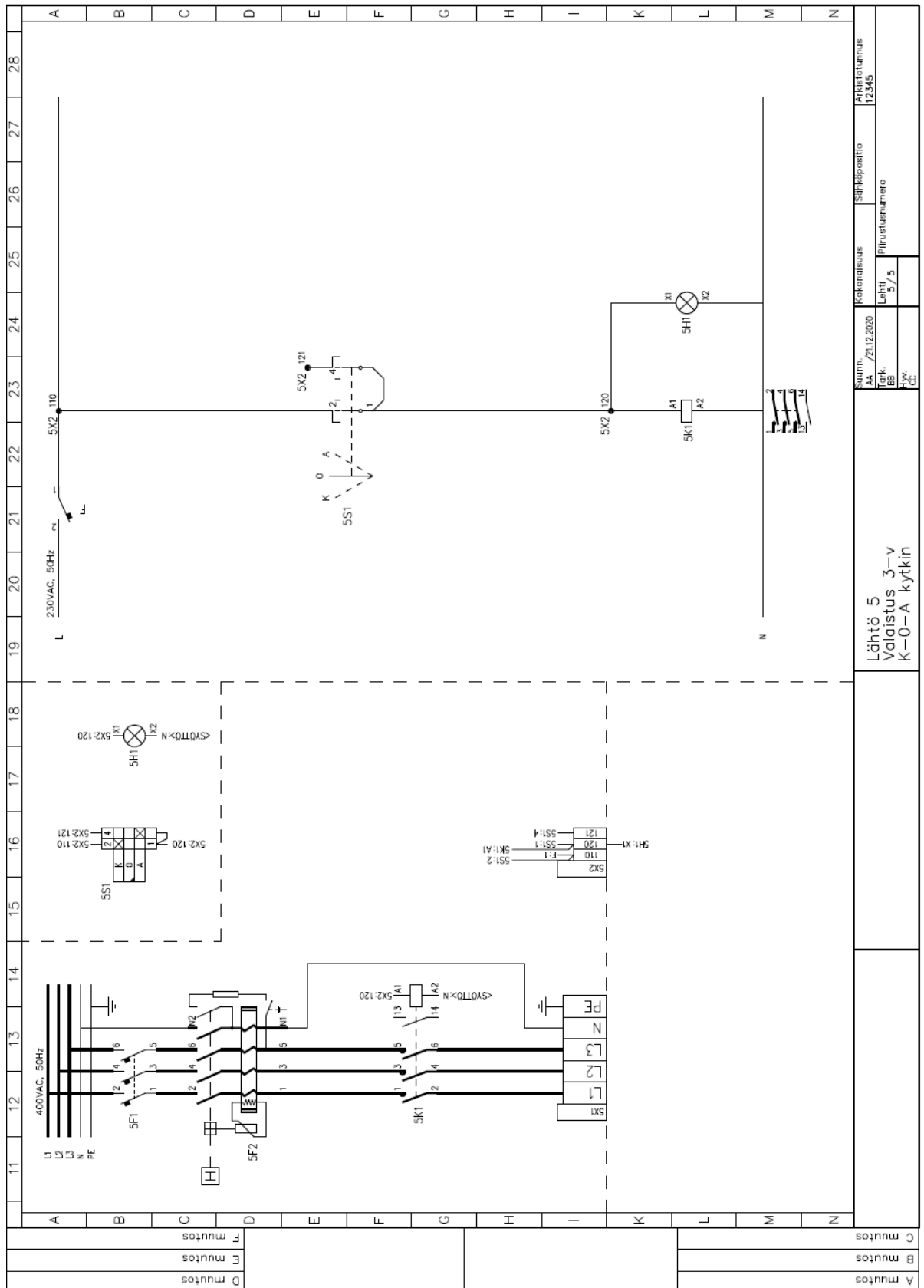
Sähköalan www-sivut. 2020. Haettu 12.11.2020. https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/teknisetmaaraykset/fi_FI/standardit/

UTU Oy:n www-sivut. 2020. Haettu 11.11.2020. Haettu 1.3.2021. <https://www.utu.eu/me-olemme-utu>









CADS GENEROINTI OHJE

1 EXCEL TIEDOSTON LUOMINEN

Piirikaaviot kansiossa on Excel tiedosto nimeltään Pohjakuvat. Tämä Excel tiedosto sisältää kaikki pohjakuvat. Ideana on, että tästä Pohjakuvat Excel tiedostosta voidaan kopioida haluttuja lähtöjä aina siten, että valitaan koko rivi kopioitavaksi.

	Kuvaus 1	Kuvaus 2	Kuvaus 3	LÄHTÖ	LÄHTÖ2	Pohjakuva	Arkistointumies Suunn.	Tarkastanut	Hyväksynyt
1									
2	Valmistusohje 0-1 kytin	Prokassa	Valmistus 1 v	0-1 kytin		Val 3v 0-1 200 dno			
3	Valmistusohje 0-1 kytin	Prokassa	Valmistus 1 v	0-1 kytin		Val 3v 0-1 200 dno			
4	Valmistusohje 0-2 kytin+K10, hämälänselä	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10, hämälänselä		Val 3v 0-2 200 dno+K10 hämälänselä			
5	Valmistusohje 0-2 kytin+K10, hämälänselä	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10, hämälänselä		Val 3v 0-2 200 dno+K10 hämälänselä			
6	Valmistusohje 0-2 kytin	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin		Val 3v 0-2 200 dno			
7	Valmistusohje 0-2 kytin	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin		Val 3v 0-2 200 dno			
8	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
9	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
10	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
11	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
12	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
13	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
14	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
15	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
16	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
17	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
18	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
19	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
20	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
21	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
22	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
23	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
24	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
25	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
26	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
27	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
28	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
29	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
30	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			
31	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10		Val 3v 0-2 200 dno+K10			

Pohjakuvat Excel-tiedostosta kopioidaan haluttu lähtörivi.

Piirikaaviot kansio sisältää myös Generointiluettelo nimellä olevan Excel tiedoston. Tämä Excel tiedosto sisältää samat Excel sarakkeet kuin Pohjakuvat Excel tiedosto. Pohjakuvat Excelistä kopioitu lähtörivi liitetään generointiluetteloon.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Kuvaus 1	Kuvaus 2	Kuvaus 3	LÄHTÖ	LÄHTÖ2	Pohjakuva	Arkistointumies Suunn.	Tarkastanut	Hyväksynyt	
1	Valmistusohje 0-2 kytin+K10	Prokassa	Valmistus 1 v	0-2 kytin+K10			Val 3v 0-2 200 dno+K10				
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											

Generointiluettelo Exceliin liitetään haluttu lähtö.

Tähän Generointiluettelo Exceliin voidaan liittää niin monta lähtöriviä kuin projektiin halutaan tuoda.

	Kuoron 1	Kuoron 2	Kuoron 3	Läpö	Läpö2	Pohjakuiva	Arkiolosuunnus Suunn. Tarkastet. Hyväksytty
1	Valeituskuoja A-O-K kytkin+porasvalot.	Porilahti	Valeituskuiva	a-O-A kytkin + porasvalot.	Valt. 3h. a-O-A 220vporasvalot.		
2	Valeituskuoja A-O-K kytkin+kallokytkin	Porilahti	Valeituskuiva	2-porin Aalto + a-O-A kytkin	Valt. 3h. a-O-A 220vkallokytkin		
3	Valeituskuoja A-O-K kytkin+kallokytkin	Porilahti	Valeituskuiva	2-porin Aalto + a-O-A kytkin	Valt. 3h. a-O-A 220vkallokytkin		
4	Valeituskuoja A-O-K kytkin+hämäläis-akuk.	Porilahti	Valeituskuiva	a-O-A, kello + hämäläisylt.	Valt. 3h. a-O-A 220vkallokytkin		
5	Valeituskuoja A-O-K kytkin+hämäläis-akuk.	Porilahti	Valeituskuiva	a-O-A, kello + hämäläisylt.	Valt. 3h. a-O-A 220vkallokytkin		
6	Valeituskuoja A-O-K kytkin+syyrykylmä	Porilahti	Valeituskuiva	a-O-A + syyrykylmä	Valt. 3h. a-O-A 220vkallokytkin		
7	Valeituskuoja A-O-K kytkin+syyrykylmä	Porilahti	Valeituskuiva	a-O-A + syyrykylmä	Valt. 3h. a-O-A 220vkallokytkin		
8	Valeituskuoja A-O-K kytkin+syyrykylmä	Porilahti	Valeituskuiva	a-O-A + syyrykylmä	Valt. 3h. a-O-A 220vkallokytkin		
9	Valeituskuoja ufoff-kuoja+syyrykylmä	Porilahti	Valeituskuiva	ufoff-kuoja + syyrykylmä	Valt. 3h. ufoff-220vkallokytkin		
10							

Excelin kuvaus 1, -2 ja -3 sarakkeet on linkitetty pohjakuvan piirustuksen nimitys sarakkeisiin. Suunn., tarkastanut, hyväksynyt ja arkistotunnus tiedot tulevat myös Excel sarakkeiden tiedoista piirikaavion piirustuspohjaan. Lähtö sarake on linkitetty pohjakuvan piirikaavioiden laitteiden tunnusten eteen. Lähtö2 sarake on merkitty eri värillä, koska sen linkitys on ainoastaan tehty 2-nopeusmoottorinohjaus pohjakuviin. Ne sisältävät 2 lähtöä per lehti niin niitä varten on luotu tuo lähtö2 sarake. Ainoa pakollinen saraketieto generoitaessa on Pohjakuva-sarakkeen tieto. Siinä pitää lukea halutun piirikaavio pohjan nimi ja tämän jälkeen draw. Jotta generointi toiminto tietää, mitä pohjakuvaa käytetään pohjana.

[illegible]

Jos Excelliin kirjoitetaan Kuvaus 1 -sarakkeen alle halutun lähdön riville esim. Valaistus 3-vaihe. Tulee tämä Excel tiedostoon kirjoitettu teksti generoitaessa sille

pohjakuvissa määrättyyn paikkaan. Jos taas esim. lähtö sarakkeeseen annetaan tietyn lähdön riville numero 10. Niin piirikaaviotiedostoon haetaan sen kyseisen rivin pohjakuvaa hyödyksi käyttäen sen lehden jokaisen laitteen tunnuksen eteen tuo numero 10. Esim. kontaktorille tulisi tällöin tunnukseksi 10K1. Samalla lehdellä olevalle automaattille vastaavasti tulisi tunnus 10F1.

Eli jokainen rivi Excelissä luo generoinnissa yhden piirikaavio lehden, ja siihen haetaan sen riville sarakkeiden alle kirjatut tiedot.

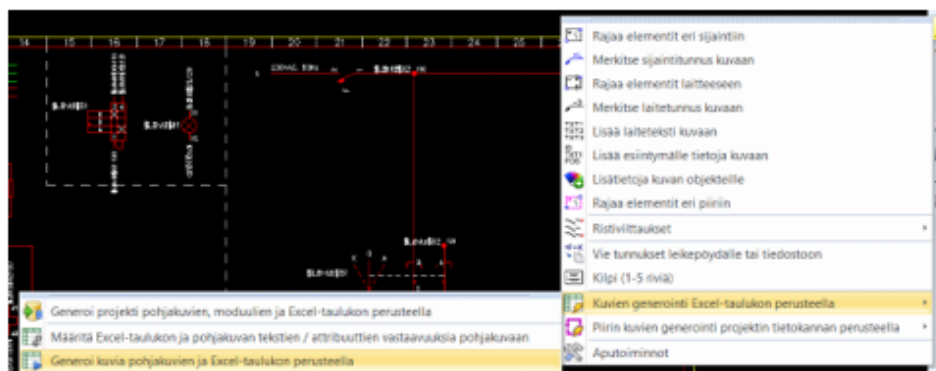
Kun halutunlainen Excel-tiedosto on luotu, voidaan se tallentaa ja sulkea.

2 UUDEN KUVAN LUOMINEN

Luodaan uusi tyhjä kuva CADS:llä. Kuva luodaan Pohjakuvat kansioon, eli siihen kansioon, joka sisältää kaikki pohjakuvat. Generoinnin kannalta on oleellista, että uusi kuva luodaan juuri pohjakuvien kanssa samaan kansioon.

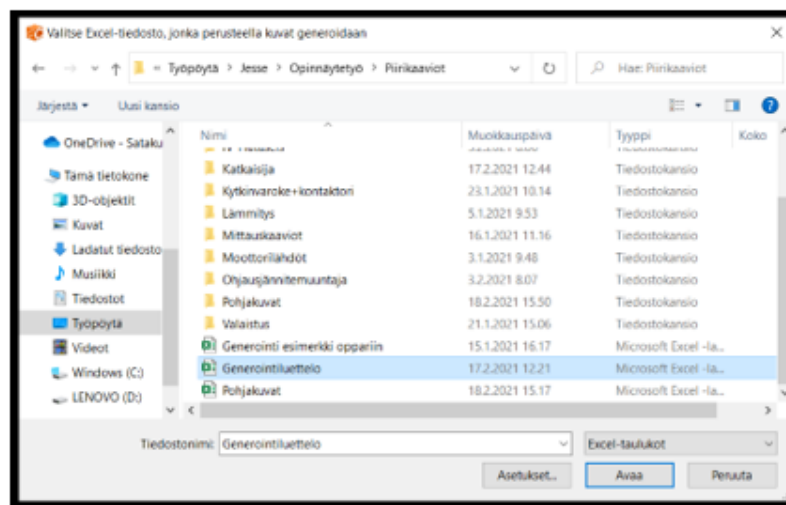
3 KUVIEN GENEROINTI TOIMINNON VALITSEMINEN

Valitaan CADS:stä ”Generoi kuvia pohjakuvien ja Excel-taulukon perusteella”.



4 VALITAAN MINKÄ EXCEL TAULUKON PERUSTEELLA GENEROIDAAN

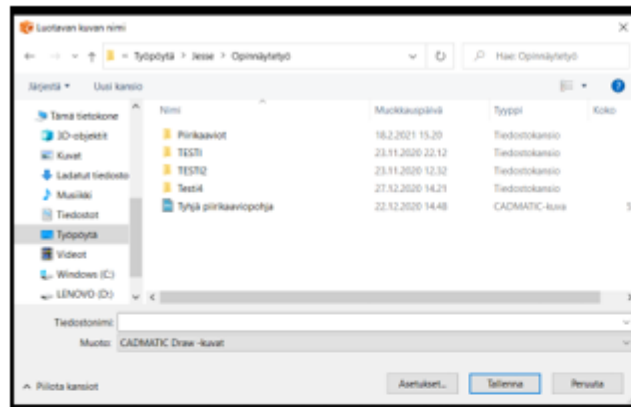
Tämän jälkeen aukeaa ikkuna, jonka jälkeen haetaan aluksi generointia varten luotu Excel tiedosto (Generointiluettelo).



Valitaan generointia varten luotu Excel tiedosto.

5 VALITAAN MIHIN LUOTAVA KUVA TALLENNETAAN

Aukeaa ikkuna, jossa CADs kysyy, että mihin ja millä nimellä luotava kuva tallennetaan. Tämä on ihan vapaasti valittavissa.



Valitaan mihin luotava kuva tallennetaan.

6 GENEROINTI ON VALMIS

Nyt CADs on luonut Excel tiedostoon syötettyjen lähtöjen ja tietojen mukaisen piirikaaviotiedoston. Syntyy siis yksi tiedosto, joka sisältää niin monta lehteä kuin Excel tiedostoon on valittu rivejä lähdöiksi.

Pohjakuviin ei ole laitettu logoa, joten se pitää tuoda piirikaaviotiedostoon vasta generoinnin jälkeen. Samoin projektin kohdetiedot ei ole generoinnissa, joten ne voi syöttää vasta generoinnin jälkeen.