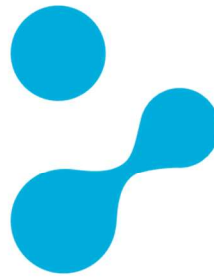


samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TOMI SETÄLÄ

Modulaarisen generoinnin kehittä- minen tyyppipiirikaavioiden poh- jalta

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Setälä, Tomi: Modulaarisen generoinnin kehittäminen tyyppiiriikaavioiden pohjalta

Opinnäytetyö, AMK

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Joulukuu 2024

Sivumäärä: 42

Teollisuuden Voima Oyj:lle (TVO) hankittiin CADMATIC-suunnitteluohjelmisto, joka korvaa aiempia suunnitteluohjelmistoja ja on Suomessa yleisemmin käytössä oleva suunnitteluohjelmisto. TVO hankki ohjelmiston pääasiassa Olkiluoto 3-laitosyksikön suunnittelutarpeisiin, jotka lisääntyivät laitoksen luovutuksen jälkeen. Tämän vuoksi on tullut tarve kehittää ja laatia uusia, sekä tehokkaita menetelmiä dokumentaation käsittelyyn ja aineistojen laatimiseen.

Opinnäytetyössä selvitettiin CADMATIC-ohjelmiston modulaarisen generoinnin hyödyntämistä uusien aineistojen luomisessa tyyppiiriikaavioiden avulla, sekä niiden liittämistä osaksi Olkiluoto 3-laitosyksikön pienjännitekojeistodokumentaatiota. Modulaarinen generointi toteutettiin tässä opinnäytetyössä tehtävän Excel-pohjaisen käyttöliittymän avulla. Käyttöliittymällä pystytään toteuttamaan yhdenmukaisia ja pienemmän virheriskin omaavia aineistoja. Käyttöliittymällä luodaan uusi generointilista modulaarista generointia varten ja Document Delivery Sheetin, jonka avulla viedään toteutuksen tiedot dokumentaatiohallintajärjestelmään. Tällä toimintamallilla pystytään luomaan uutta aineistoa, sekä päivittämään olemassa olevaa aineistoa. Käyttöliittymää ja tuotettua toimintamallia on tarkoitus jatkossa hyödyntää Olkiluoto 3-laitosyksikön sähkösuunnitteluaineistojen laatimisessa.

Julkisen opinnäytetyön lisäksi työn ohessa laadittiin käyttöliittymän ja modulaarisen generoinnin käyttöohje TVO:lle, joka auttaa dokumenttien laadinnassa ja perehdytyksessä. Ohje on TVO:n sisäiseen käyttöön, jonka vuoksi sitä ei julkaista.

Avainsanat: CADMATIC Electrical, tietokoneavusteinen suunnittelu, modulaarinen generointi, Excel

ABSTRACT

Setälä, Tomi: Development of typical circuit diagrams via modular generation
Bachelor's thesis
Electrical and Automation Engineering
December 2024
Number of pages: 42

Teollisuuden Voima Oyj (TVO) acquired CADMATIC design software to replace previous design software and it is also more commonly used in Finland. TVO acquired the software mainly for the rising design demands of the Olkiluoto 3 power plant unit after the management of the unit was transferred over to TVO. As a result, there has been a need to develop new and effective methods for handling documentation and drafting materials.

The thesis was carried out by examining the use of modular generation function of CADMATIC software in creating new materials using typical circuit diagrams and the integration of the materials into the low-voltage switchgear documentation of Olkiluoto 3 power plant unit. Modular generation was implemented by using an Excel-based user interface. The user interface can be used to carry out the creation of consistent and less error-prone materials. The interface is used to create a new generation list for modular generation and a Document Delivery Sheet to export the data into the document management system. With this approach it is possible to create new material as well as update existing material. The user interface and model of operation produced in this thesis are intended to be utilized in the making of electrical design materials for Olkiluoto 3 unit in the future.

In addition to the public thesis, a manual for the Excel-based user interface and modular generation was created for TVO to help with drafting of documents and orientation. The manual is for internal use by TVO and as such will not be published externally.

Keywords: CADMATIC Electrical, computer-aided design, modular generation, Excel

ALKUSANAT

Kiitokset opinnäytetyön toimeksiantajalle Teollisuuden Voima Oyj:lle työn toteuttamisen mahdollistamisesta. Vielä erityisesti kiitän TVO:n sähkösuunnittelutiimiä, työn ohjaajaa, sekä kaikkia työssä auttaneita henkilöitä hyvästä yhteistyöstä ja tuesta työn toteuttamisessa. Pääsin työtä tehdessä syvällisemmin tutustumaan suunnittelu- ja dokumentaatiotyöhön, sekä kehittämään omaa osaamista ja oppimaan uutta alasta.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
1.1 Opinnäytetyön tausta.....	7
1.2 Toimeksiantaja	8
2 NYKYTILANNE JA TARVEANALYYSI	9
2.1 Nykytilanne ja haasteet	9
2.2 Toteutuksesta saatavat hyödyt.....	10
3 DOKUMENTAATIOHALLINTAJÄRJESTELMÄ JA KÄSITTEET	11
3.1 Kronodoc.....	11
3.2 KKS-koodi	12
3.3 DCC-koodi.....	12
3.4 Tyyppiiriirikaavio.....	13
4 SUUNNITTELUOHJELMISTON TAUSTAA.....	14
4.1 CADMATIC.....	14
4.2 CADMATIC Electrical	14
4.2.1 CADMATIC Electrical-suunnitteluohjelman projektipuu	15
4.2.2 CADMATIC Electrical Database	16
4.2.3 Modulaarinen generointi	16
5 EXCEL TAUSTAA JA KÄYTTÖLIITTYMÄN LUONTI	18
5.1 Excel-ohjelmisto	18
5.2 Excelin käytön mahdollisuudet	18
5.3 Excel-pohjaisen käyttöliittymän luonti.....	19
6 TOTEUTUSPROSESSIN KUVAUS	23
6.1 AutoCAD-tiedostojen konvertointi CADMATIC:ille.....	23
6.2 Pohjakuvaan annettavat tagit ja generointilista	27
6.3 Modulaarisen generoinnin toteutus	29
7 LIITTÄMINEN OSAKSI DOKUMENTAATIOTA.....	30
8 TOTEUTUKSEN LOPPUTULOSTEN KUVAUS	32
8.1 Lopputulosten verifiointi.....	32
8.2 Tulokset.....	36
9 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	39
LÄHTEET.....	41

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

AutoCAD	CAD-pohjainen suunnitteluohjelmisto
CAD	Computer-Aided Design, Tietokoneavusteinen suunnittelu
CADMATIC	CAD-pohjainen suunnitteluohjelmisto
Database (DB)	Tietokanta
DCC	Document Classification code, käytetään dokumenttien luokitus tietojen kertomiseen ja tunnistamiseen
drw	CAD-tiedostotyyppi (esim. CADMATIC)
dwg	CAD-tiedostotyyppi (esim. AutoCAD)
EPR	European Pressurized Water Reactor, eurooppalainen painevesireaktori
Generointi	Ohjelmiston ominaisuus, jolla ohjelmisto luo kuvia annettujen tietojen perusteella
KKS	Kraftwerk Kennzeichen System, voimalaitoksen tunnistusjärjestelmä, joka on käytössä OL3:lla
KronoDOC	Dokumenttienhallintajärjestelmä
Microsoft Excel	Taulukkolaskentaohjelmisto
Modulaarinen generointi	CADMATIC-ohjelmiston ominaisuus kuvien generointiin
Moduuli	CADMATIC-projektitiedosto, jonka avulla uusia kuvia generoidaan hyödyntämällä pohjakuvia
OL1/OL2/OL3	Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laitosyksiköt
SFS	Suomen standardisointiliitto
TVO	Teollisuuden Voima Oyj
VBA	Visual Basic for Applications, Microsoft Office sovelluksien sisäinen ohjelmointikieli

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Excelin käytön mahdollisuuksia CADMATIC-ohjelmiston modulaarisen generoinnin työkaluna ja sen soveltumista Olkiluoto 3-laitosyksikön tyyppiirustus pohjaisen dokumentaation laatimiseen. OL3-laitosyksikön luovutuksen jälkeen suunnittelu- ja dokumentaatiotyön vaatimukset ja tarpeet lisääntyivät. Tämän vuoksi oli tullut tarve kehittää ja laatia uusia, sekä tehokkaita menetelmiä dokumentaation käsittelyyn. Opinnäytetyö toteutettiin TVO:lle Olkiluodossa sähkötekniikan organisaation sähkösuunnittelu-tiimissä. Toteutus tapahtui sähkösuunnittelutiimissä, koska tiimin vastuualueeseen kuuluu laitosten sähkösuunnittelutyö ja osittain myös dokumentaatiotyö.

Opinnäytetyössä keskityttiin erityisesti CADMATIC-ohjelmiston modulaariseen generointiin hyödyntäen tyyppiirustuksia aineiston laatimisessa, sekä niiden liittämässä osaksi pienjännitekojeistodokumentaatiota. Tämän pohjalta tehtiin Excel-pohjainen käyttöliittymä OL3-laitoksen suunnittelu- ja dokumentaatiotyön tarpeisiin. Käyttöliittymän avulla voidaan generoida sähkökeskuslähtöjen tyyppiirustuksiin perustuvat aineistot siten, että voitiin verifioida lopputulos dokumentaatioprosessin tietosisältövaatimukset täyttävästi.

Ydinvoimalaitoksen laajojen sähköjärjestelmäkokonaisuuksien vuoksi opinnäytetyö kohdistuu Olkiluoto 3-laitosyksikön reaktorisaarekkeen pienjännitekojeistoihin. Tuotettua menetelmää pystytään hyödyntämään ja käyttämään jatkossa muidenkin järjestelmien suunnittelun ja dokumentoinnin toteutuksessa. Toteutuksen aikana tehtiin ohjeistus TVO:lle, joka tukee työtä tehdessä, sekä sitä käytetään jatkuvassa jokapäiväisessä toiminnassa ja uusien henkilöiden perehdytyksessä. Tämän opinnäytetyön ja ohjeistuksen ansiosta

pystytään toteuttamaan yhdenmukaisia ja vähemmän virheitä sisältäviä aineistoja. Lisäksi säästetään aikaa nopeuttamalla suunnittelutyötä verrattuna aikaisempaan manuaaliseen suunnittelu- ja dokumentaatiotyöhön.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään toteuttamaan suunnittelu- ja dokumentaatiotyötä nopeuttava ja helpottava toimintamalli. Kun työssä on kerätty tietoja tai tarpeita toteutuksesta, ei kerätä henkilötietoja, ja haastateltavilta on kysytty suostumus haastatteluun. Opinnäytetyössä mukana olleille henkilöille ei ole esitetty voimakkaita kysymyksiä ja heihin on pyritty luomaan luottamuksellinen suhde. Työn aikana kerättävä tieto käsitellään luottamuksella ilman henkilötietoja keskittyen teknisiin ominaisuuksiin. Kaikki ylimääräinen rajoitettu tieto on jätetty julkaistavan työn ulkopuolelle, sekä käytetty hyväksytyjä tietoja ja tiedonlähteitä. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019.)

1.2 Toimeksiantaja

Toimeksiantajana opinnäytetyölle toimi Teollisuuden Voima Oyj (TVO). TVO on perustettu vuonna 1969 ja yhtiö omistaa Olkiluodon ydinvoimalaitoksen Eurajoen kunnassa Olkiluodon saarella, jossa sijaitsevat kolme laitossyksikköä. TVO on listaamaton julkinen osakeyhtiö ja ydinvoima-alalla Suomessa TVO:lla on noin 1000 työntekijää.

Laitossyksiköistä Olkiluoto 1 (OL1) valmistui vuonna 1978 ja Olkiluoto 2 (OL2) vuonna 1980. Laitokset on toimittanut entinen ASEA-Atom (nykyisin Westinghouse Electric Sweden Ab) ja ne ovat tyypiltään kiehutusvesireaktoreita (BWR), joiden nettosähköteho laitosyksiköittäin on 890 MW. (Teollisuuden Voima Oyj, 2024a.) Olkiluoto 3 (OL3) -laitossyksikkö valmistui vuonna 2023. Laitossyksikön on toimittanut AREVA GmbH ja Siemens AG ja se on tyypiltään eurooppalainen painevesireaktori (EPR), jonka nettosähköteho on 1600 MW. Olkiluodon ydinvoimalaitossyksiköiden sähköntuotanto yhteensä kattaa noin 30 % Suomen vuosittaisesta sähkön tuotannosta. (Teollisuuden Voima Oyj, 2024b.)

TVO toimii Mankala-periaatteella, joka on ainutlaatuinen toimintamalli. Se antaa pienille, sekä suuremmille energiayhtiöille ja sähkökäyttäjille mahdollisuuden hyötyä suurtuotannon eduista ja mahdollistaa osaltaan suurinvestoinnit, jollaisia ovat ydinvoimalaitosyksiköt. Mankala-periaatteella yhtiö tuottaa sähköä omakustannushintaan omistajilleen, jotka puolestaan vastaavat kaikista TVO:n kustannuksista ja saavat vastineeksi sähköä suhteessa omistusosuuksiinsa. Omistajat käyttävät sähköä itse tai myyvät sen eteenpäin. Tämän takia perinteiset yritysten tunnusluvut eivät sovellu kuvaamaan TVO:n toimintaa, sillä TVO:lle ja sen omistajille paremmin kuvaavimpia tunnuslukuja ovat muun muassa tuotetun sähkömäärä, tuotantokustannukset, sekä laitosyksiköiden käytettävyys eli toisin sanoen luotettava tuotanto. (Teollisuuden Voima Oyj, 2023.)

2 NYKYTILANNE JA TARVEANALYYSI

2.1 Nykytilanne ja haasteet

TVO:lle hankittiin CADMATIC-suunnitteluohjelmisto, joka korvaa aiempia suunnitteluohjelmistoja ja on Suomessa yleisempi käytössä oleva suunnitteluohjelmisto. TVO hankki järjestelmän loppuvuonna 2019 pääasiassa OL3-laitoksen suunnittelutarpeisiin. Suunnittelutyön tarpeet ja vaatimukset dokumentaation osalta ovat lisääntyneet, kun laitostoimittaja (AREVA) luovutti laitoksen TVO:lle vuonna 2023. Laitoksen käyttöönoton jälkeen on tullut tarve kehittää ja laatia uusia, sekä tehokkaita menetelmiä dokumentaation käsittelyyn. (Korsman & Maikola, 2024.)

Laitostoimittajalla on käytössä omia suunnitteluohjelmistoja. Nämä kuitenkin todettiin ikääntyneiksi TVO:n toiminnan kannalta ja täten päätettiin olla hankkimatta niitä. Osakseen TVO:lla haluttiin kehittää omia menetelmiä ja ratkaisuja, jonka takia myös tämä opinnäytetyö toteutettiin. Tämä oli osittain kompromissi ratkaisu, sillä näin saatiin kevyempi ja helppokäyttöisempi ratkaisu,

kun vältettiin ottamasta käyttöön iäkkäitä, raskaita ja laajoja päivityksiä vaativia suunnitteluohjelmistoja pienen aika- ja työpanostuksen kustannuksella. Uudella menetelmällä saadaan madallettua kynnystä siirtyä CADMATIC-suunnitteluohjelmiston käyttöön, sekä toteutettua uusi menetelmä suunnittelutyön tekoon käyttöliittymän ja modulaarisen generoinnin avulla. Näin voidaan siirtyä asteittain CADMATIC-ohjelmistoon ja samalla pystytään välttämään yhtäkkiäinen siirtymä uuteen alustaan, jonka takia jouduttaisiin perustamaan koko laitoksen tiedot uuteen tietokantaan. (Korsman & Maikola, 2024.)

Käyttöliittymän tekoon oli muutama eri vaihtoehto toteutuksen ratkaisemiseksi. Aluksi puntaroiitiin millä ohjelmalla käyttöliittymä toteutetaan. Vaihtoehtoina oli Microsoft Excel ja Access, joista vertailun jälkeen valittiin Excel. Tämä valinta oli perusteltua, sillä CADMATIC-ohjelmistossa Accessin käyttöä pyritään vähentämään, sekä luopumaan asteittain tulevaisuudessa. Jatkossa ohjelmistossa keskitytään SQL-tietokantojen (Structured Query Language) käytön kehittämiseen. Lisäksi Excel on laajasti käytössä ja myös toteutuskelpoisempi vaihtoehto tämän opinnäytetyön näkökulmasta. (Korsman & Maikola, 2024.)

2.2 Toteutuksesta saatavat hyödyt

Toteutuksessa aloitetaan siirtymä pois vanhoista suunnitteluohjelmista uudempiin, sekä tehokkaampiin ohjelmistoihin ja ratkaisuihin. Vaikka CADMATIC-ohjelmistoa on käytetty jo jonkin aikaa OL3 sähkösuunnittelussa, siirtymää on hidastanut olemassa olevien tietokantojen ja tietojen laajuus. Tyypipiirustukset (Typical diagram) on tehty alun perin Autodeskin AutoCAD-suunnitteluohjelmistolla ja ovat dwg-tiedostomuodossa. Tämän työn avulla saadaan aloitettua tyypipiirikaaviotiedostojen siirto ja konvertointi CADMATIC-ohjelmiston drw-tiedostoiksi. Konvertoinnin jälkeen pystytään hyödyntämään vanhoja pohjakuvia uusien kuvien luonnissa ja vanhojen päivittämisessä modulaarisen generoinnin avulla. (Korsman & Maikola, 2024.)

Työssä tehtävän Excel-pohjaisen käyttöliittymän avulla saadaan vähennettyä virheriskiä, kun työprosessia automatisoidaan ja samalla saadaan nopeutettua suunnittelutyötä, sekä muodostettua yhdenmukaisia aineistoja. Sivutuotteena käyttöliittymän avulla saadaan luotua Document Delivery Sheet, joka tukee dokumentaatio prosessia. Se kertoo perustietoja siitä, minkälaisia dokumentteja ollaan viemässä dokumentaatiohallintajärjestelmään. Näin saadaan yhdistettyä suunnittelu- ja dokumentaatioprosessia yhteen luomalla tehokas uusi ratkaisu työntekoon. Tulevaisuudessa tämän opinnäytetyön pohjalta pystytään siirtämään vanhat aineistot CADMATIC-ohjelmiston kanssa yhteensopivampaan muotoon. Lisäksi pystytään luomaan uusia yhdenmukaisia aineistoja pienemmällä virheriskillä nopeammin ja tehokkaammin. (Korsman & Maikola, 2024.)

3 DOKUMENTAATIOHALLINTAJÄRJESTELMÄ JA KÄSITTEET

3.1 Kronodoc

TVO:lla on käytössä monia eri tiedon- ja dokumentaatiohallintaohjelmistoja. Olkiluoto 3-laitoksella käytetään Kronodocia, joka on web-pohjainen dokumenttienhallintajärjestelmä. Järjestelmää voidaan käyttää muun muassa tietojen, aineistojen ja dokumentoinnin säilyttämiseen, sekä myös tiedonhakuun.

Kronodoc dokumenttienhallintajärjestelmän rakenne koostuu erilaisista työtiloista, kansioista, dokumenteista ja tiedostoista. TVO:lla järjestelmään kerätään ohjeistuksia, muistiota ja asiakirjoja, sekä organisaatioiden dokumentit sijaitsevat omissa kansiorakenteissaan järjestelmässä. Lisäksi Kronodoc on integroitu yhteensopivaksi Microsoft Office-ohjelmiin, joka helpottaa dokumenttien muokkausta ja niiden hallintaa. (Jokela, 2020, s.10.)

3.2 KKS-koodi

KKS lyhenne koostuu saksankielisistä sanoista Kraftwerk Kennzeichen System ja se tarkoittaa voimalaitoksen tunnistusjärjestelmää. Tunnistusjärjestelmä kehitettiin saksassa 1970-luvun alussa ja sitä on käytetty maailmalaajuisesti 1970-luvun puolivälistä lähtien erityyppisissä voimalaitoksissa. Siitä lähtien kansainvälinen standardi tunnistusjärjestelmälle on otettu käyttöön ja lisätty Euroopan Unionin direktiiveihin. Tämän vuoksi tunnistusjärjestelmää on laajennettu ja päivitetty jatkuvasti ajan mittaan ja tämänhetkinen uusin versio on vuodelta 2018. (Vgbe, n.d.)

KKS tunnistusjärjestelmän koodi koostuu 17 merkkiin asti pitkästä kirjainnumero yhdistelmästä. Kirjaimia käytetään laitosjärjestelmien luokittelussa ja numeroita käytetään erottamaan järjestelmät, komponentit, laitteet ja signaalit toisistaan. (Vgbe, n.d.) KKS-tunnus muodostuu kokonaisuudessaan eri tunnusosista, kuten laitososatunnuksesta, järjestelmätunnuksen tunnusosasta, järjestelmätunnuksesta, laitteistotunnuksesta, laitteistotunnuksen tunnusosasta ja laitetunnuksesta. (Syvänen, 2014, s.8–9.)

Tunnistusjärjestelmällä pystytään erottelemaan laitteet ja järjestelmät toisistaan hyvin tarkasti ja yhdenmukaisesti, sekä minimoimaan väärinymmärtämisen riski. Tämän vuoksi tunnistusjärjestelmä on yleisessä käytössä ja järjestelmää käytetään myös Olkiluoto 3-laitosyksiköllä.

3.3 DCC-koodi

DCC-koodeja (Document classification code) käytetään dokumenttien luokitustietojen kertomiseen. TVO:lla on monenlaisia dokumentteja useista eri järjestelmistä, joka johtaa tarpeelle saada helppo ja yksiselitteinen tunnistettavuus dokumenteille. Olkiluoto 3-laitosyksikön dokumenteilla on käytössä vain tietyt hyväksytyt DCC-koodit, jotka ovat kirjattuna laitostietokantaan. DCC-koodi täydennetään ilmoittamalla document kind eli dokumenttityyppi koodi ennalta osoitetulla paikalla dokumentissa. Tätä koodia käsitteleviä standardeja ovat SFS 61355-1 ja IEC61335-1. (Jokela, 2020, s.18.)

Suomalainen kansallinen standardi versio on SFS-EN 61355-1. Standardin osa 1 määrittelee säännöt ja ohjeet dokumenttien luokittelulle sen sisältämän tiedon mukaan. DCC-luokka koostuu & -etumerkistä ja kolmesta kirjainkoodista (A1, A2, A3). Luokittelussa käytettävät kirjaimet ovat A...Z pois luettuna I ja O. Osa kirjaimista on tietynlaisille dokumenteille tarkoitettu ja osa on vapaasti määriteltävänä. Kirjainkoodista A1 ilmaisee dokumentin tekniikan alueen luokan ja on vapaaehtoinen. A2 ilmaisee dokumentin pääluokan ja A3 alaluokan, sekä molemmat ovat pakollisia. (SFS-EN 61355-1:2008, 2008, s.20.)

3.4 Tyyppiipiirikaavio

Piirikaavio on sähköteknisistä piirustuksista yksityiskohtaisin sähköpiirustus. Piirikaaviossa esitetään sähkötekniset yksityiskohdat järjestelmästä, osajärjestelmästä, asennuksesta tai laitteesta. Piirikaavioissa ei yleisesti oteta huomioon laitteen todellista kokoa tai muotoa, mutta ovat välttämättömiä laitteen tai järjestelmän sähkötekniikan toiminnan ymmärtämiseen. Tämän takia piirikaavioon voidaan liittää täydentävää tietoa, kuten diagrammeja, taulukoita, ohjelmadokumentteja, sekä muita kaavioita. Piirikaaviot laaditaan laitteen tai järjestelmän toiminnot huomioon ottaen. Ne ovat välttämättömiä muun muassa käyttöönotoissa, testauksissa, huolloissa, sekä erityisesti vikojen paikantamisissa. (Lauttamus, 2018, s.13.)

Olkiluoto 3-laitosyksikön suunnitteluaineisto pohjautuu tyyppiipiirustuksiin eli Typical diagram. Ne koostuvat erilaisista sähköaineistoista, kuten tyyppiipiirikaavioista. Tyyppiipiirikaavio-tiedosto koostuu yhdestä tai useammasta piirikaaviokuvasta. Tyyppiipiirikaaviossa piirustus esittää tietyn laitteen tai järjestelmän osan toiminnallisuutta. Lisäksi kuvassa on nimetty laitteet ja muu tarvittava oleellinen informaatio. Raameissa on vielä tärkeitä yleistietoja kuten, mikä kuva on kyseessä (DCC), missä se sijaitsee laitoksella ja mihin on kohdistettu (KKS), sekä tekijän, päivämäärän, sivunumerot ja muutokset.

Tyypillisesti aiemmin tehdyt tyyppiipiirustuskuvat sisältävät piirikaavion lisäksi omat raamit. Sähkökuvat oli tehty Olkiluodossa yleisemmin käytetyllä

Autodeskin AutoCAD-suunnitteluohjelmistolla. Tämän takia tiedostot ovat tehty ja tallennettu dwg-tiedostoiksi. Tämä tiedostotyyppi ei ole suoraan yhteensopiva CADMATIC-ohjelmistossa käytettävän drw-tiedostotyyppin kanssa, mutta tiedoston pystyy konvertoimaan CADMATIC Electrical-ohjelmistossa yhteensopivaan muotoon, jota käydään läpi toteutusosiossa luvussa 6.1.

4 SUUNNITTELUOHJELMISTON TAUSTAA

4.1 CADMATIC

CADMATIC Oy on suomalainen yritys, joka kehittää digitaalisia ja älykkäitä 3D-pohjaisia suunnittelu- ja tiedonhallintaohjelmistoja. CADMATIC:in emoyhtiö Elomatic Oy aloitti suunnitteluohjelman kehittämisen vuonna 1983 ja vuosikymmenen puolella välissä oli ensimmäinen pilottiprojekti valmis. Tämän jälkeen merkittävät parannukset suunnittelussa ja tehokkuuden noston ansiosta päätettiin perustaa CADMATIC Oy 1990-luvun alussa kehittämään ja markkinoimaan suunnitteluohjelmaa. CADMATIC Oy on tuottanut tietohallintapohjaisen CADMATIC-ohjelmiston, johon sisältyy kolmeen ryhmään jaetut ohjelmistot meri-, prosessi- ja rakennusteollisuudelle. (CADMATIC Oy, 2024c.)

4.2 CADMATIC Electrical

CADMATIC Electrical on tietokantapohjainen suunnitteluohjelmisto, jolla voidaan toteuttaa ja ratkaista teollisuuden vaativia sähkö- ja automaatiotekniikan suunnittelu- ja dokumentaatiotyön tarpeita. Electrical-sovellukseen on integroitu yhteen sähkö-, kalustus- ja automaatiosuunnittelu, sekä sovellus on tiiviisti integroitu CADMATIC-tuoteperheeseen. (CADMATIC Oy, 2024a.)

CADMATIC Electrical-ohjelmasta on kolme erilaista versiota saatavilla. Versiot ovat CADMATIC Electrical Lite, CADMATIC Electrical Basic ja CADMATIC Electrical Premium (CADMATIC Oy, 2024b). Näistä kolmesta Electrical-

ohjelmiston vaihtoehtoista CADMATIC Electrical Premium mahdollistaa laajimmat toiminnallisuudet sähkösuunnittelu- ja dokumentointityön näkökulmasta. Sen versio CADMATIC 2023 Electrical on tällä hetkellä käytössä TVO:lla OL3-laitoksen sähkösuunnittelutyössä Autodeskin AutoCAD-suunnitteluohjelmiston kanssa. Electricalin 2023 versiota käytetään, kunnes käynnissä olevat projektit ovat valmistuneet tämän opinnäytetyön lisäksi ja siirtyminen uusimpaan versioon tapahtuu asteittain lähitulevaisuudessa.

CADMATIC Electricalin tietokantoja (Database) pystytään hallitsemaan ja muokkaamaan suoraan esimerkiksi Microsoft Office sovelluksista Excelin ja Access-ohjelman avulla tai myös käyttämällä CADMATIC-ohjelmiston käyttöliittymästä löytyvää omaa Database-työkalua. Tämän vuoksi Electrical-ohjelmistoa käytetään ja hyödynnetään tämän opinnäytetyön teossa ja on täten keskeinen osa työn toteutusta.

4.2.1 CADMATIC Electrical-suunnitteluohjelman projektipuu

CADMATIC Electrical-ohjelmassa toteutettavassa projektissa projektipuu on keskeinen osa työn hallintaa, sillä se sisältää projektin kuvat, symbolit ja kaikki niistä löytyvät tiedot. Tämän lisäksi projektipuuhun voidaan lisätä muitakin tietokannan tiedostoja, kuten dokumentteja. Kun projektipuussa löytyviä tietoja muokataan, päivittää CADMATIC automaattisesti kuvat, joissa tiedot ja arvot ovat muuttuneet. (Jokela, 2019, s.30–31.)

Electrical-ohjelmassa projektipuussa olevat tietokannan esineet voidaan lajitella, sekä esittää eri ominaisuuksien, kuten esimerkiksi sijainnin tai piirin mukaan. Electrical-ohjelmistossa projektin kaikilla laitteilla on sijainti, joka muodostuu muun muassa kokonaisuustunnuksesta, sähköpositiosta ja laitteen tunnuksesta, joka ilmoitetaan yhdistämällä muotoon "=xxx+yyy-zzz". Huomioitavaa kuitenkin on se, että CADMATIC käyttää eri nimityksiä verrattaessa TVO:n järjestelmien nimityksiin. (Hakkarainen, 2024, s. 24–25.) Taulukossa 1 on esitettyinä nimitysten muutokset TVO:n ja CADMATIC-ohjelmiston välillä.

Vähintäänkin täytyy ottaa huomioon nimitysten muutosten eroavaisuudet, jotta vältetään ja minimoidaan erehtymisen riski.

Taulukko 1. CADMATIC-ohjelman attribuuttien nimitykset verrattuna TVO:n vastaaviin nimityksiin (Jokela, 2019, s.31).

CADMATIC-attribuutin nimitys	TVO:n vastaava nimitys
Kokonaisuus	Järjestelmä (=)
Sähköpositio	Laittepaikka (+)
Sijainti	Kokonaisuus mikä muodostuu kahdesta ensimmäisestä osasta (=+)
Työnumero	Projektitunnus

4.2.2 CADMATIC Electrical Database

Database (DB) -aliohjelma on Electrical-suunnitteluohjelman projekteissa toimiva relaatiotietokanta, jonka avulla voidaan muokata ja ylläpitää projektissa olevaa tietoa. Työkalun avulla käyttäjä pystyy viemään, sekä tuomaan tietoa Excel-tiedostojen avulla tietokantaan. Käyttäjä pystyy työkalulla luomaan uutta tietoa ja käsittelemään tiedon rakennetta ja metatietoa tietokannassa. (Hakkarainen, 2024, s. 25.) Database-työkalua hyödynnetään tässä opinnäytetyössä uuden projektin luonnissa ja modulaarinen generointi toteutetaan sen kautta.

4.2.3 Modulaarinen generointi

CADMATIC Electrical-ohjelmistossa oleva modulaarinen generointi on suhteellisen uusi ominaisuus, sillä se julkaistiin 1.6.2020 Electrical-ohjelmiston revisiossa 18.0.8. (CADMATIC Oy, 2020.) CADMATIC:illa oli ennen siirtymistä modulaariseen generointiin samankaltainen menetelmä luoda sähkökuvia CADS-ohjelman sisäisellä K-kielellä toteutettuna. Laitteet löytyivät omilta tasoiltaan kaikkiin kokoonpanoihin pohjakuvassa. Kun K-kielen skripti syytti pohjakuvassa tarvittavat tasot päälle, niin muodostui oikeanlainen sähkökuva. K-kieli on jäänyt pois uudemmista CADMATIC-verioista toteutustavan

ylläpidon vaikeutumisen jälkeen ja tämän takia oli päätetty ottaa modulaarinen generointi käyttöön. (Minkkinen, 2024, s.20.)

Electrical-ohjelman Database-työkalulla pystytään toteuttamaan eri toimintoja, kuten modulaarinen generointi. Toiminto on integroitu osa työkalua ja sen avulla pystytään luomaan uusia sähkökuvia massatoteutuksena hyödyntämällä valmiita sähkökuvia ja Excel-listoja. Tämän ansiosta pystytään säästämään suunnittelu aikaa alkutoteutuksen jälkeen, sekä luomaan yhdenmukaisia ja pienemmän virheriskin omaavia aineistokokonaisuuksia.

Modulaarinen generointi vaatii kuvien tuottamiseen moduuleja ja Excel-generointilistan. Moduuli on valmis pohjapiirustus, johon on muokattu attribuutti tagit tekstikenttiin kaikille laitteille ja kuvan raameihin. Tämä mahdollistaa halutun kuvan uudelleen hyödyntämisen generoinnissa. Moduulit löytyvät omasta kansiorakenne kokonaisuudestaan jaettuna omiin kansioihinsa. Kansio on nimetty moduulin nimellä ja näihin nimiin viitataan Excel moduulilistassa, jotta niitä voidaan käyttää modulaarisessa generoinnissa. Tämän vuoksi on tärkeää, että kansioden nimet ovat oikein kirjoitettu, sillä muuten generointia ei pystytä toteuttamaan. Kansioden sisältä löytyy drw-tiedosto ja EDB-projektitietokanta, joka muodostaa valmiin sähkökuvan.

Generointilista on Excel-ohjelmalla toteutettu taulukko, jonka avulla Electrical Database-työkalu osaa yhdistää moduulin sähkökuvan ja tietokannan, sekä taulukon tiedot uudeksi kuvaksi generoinnin avulla. Taulukosta löytyy uudelle halutulle kuvalle vaadittavat attribuutti tagit ja nimeämiset eri laitteille ja teksteille, sekä se sisältää paljon vapaasti lisättäviä tageja, mutta tärkein ja pakollinen tagi on "Module". Sen avulla modulaarisessa generoinnissa Database-työkalu osaa hakea oikean kansion tiedot generointia varten.

5 EXCEL TAUSTAA JA KÄYTTÖLIITTYMÄN LUONTI

5.1 Excel-ohjelmisto

Excel on Microsoftin alun perin vuonna 1985 julkaistu taulukkolaskentaohjelmisto, joka järjestää tiedot sarakkeisiin ja riveihin, joita voidaan käsitellä kaavoilla. Niiden avulla ohjelmistolla voidaan suorittaa matemaattisia toimintoja tiedoille. Lisäksi Excelillä pystytään esittämään tietoa esimerkiksi taulukkoina tai kuvaajina. (Encyclopedia Britannica, 2024.)

Lotus 1-2-3 oli Lotus Development Corporation kehittämä taulukkolaskentaohjelmisto, jota myytiin tietokoneille Microsoftin MS-DOS-käyttöjärjestelmään ja se hallitsi markkinoita 1980-luvun puoliväliin asti. Microsoft kehitti kilpailevan taulukkolaskentaohjelmiston nimeltään Excel ja sen ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1985. Vahvan grafiikan ja nopean suorituskyvyn ansiosta uudesta Excelistä tuli nopeasti suosittu ja se syrjäytti Lotuksen ajan kuluessa. (Encyclopedia Britannica, 2024.)

Excelin myöhemmissä versioissa 1990-luvulla tuli merkittäviä päivityksiä ohjelmaan, kuten työkalupalkit, hahmottelu, piirtäminen, 3-D-kaaviot, lukuisia pikkukuvakkeita ja automatisoidummat ominaisuudet. Uusia versioita tuli 1990-luvun lopun ja 2000-luvun alun aikana monia ja vuoden 2002 versio julkaistiin osana Office XP-pakettia. Tulevissa versioissa käyttöliittymä uudistui ja se jakoi ominaisuuksia muiden Microsoft-tuotteiden, kuten Wordin ja PowerPointin kanssa. Lisäksi uusissa versioissa parannettiin kaavioiden tekemistä, tietojen jakamista, tietoturvaa, kaavojen kirjoittamista, sekä lajittelua ja suodatusta. (Encyclopedia Britannica, 2024.)

5.2 Excelin käytön mahdollisuudet

Exceliä pystytään hyödyntämään monella tavalla. Työssä toteutettavat generointilista ja käyttöliittymä voidaan toteuttaa Excelin avulla. Taulukkorakenteseen saadaan hyvin järjestettyä haluttavat arvot ja muu data luettavaan

muotoon. Lisäksi käyttöliittymää tehdessä tullaan käyttämään ohjelman sisäistä Visual Basic for Applications (VBA) -ohjelmointikieltä, jonka avulla voidaan automatisoida eri prosesseja.

Visual Basic for Applications (VBA) on Microsoftin tuottama ja ohjelmista löytyvä ohjelmointikieli. VBA:ta käytetään ohjelmien sisäisenä ohjelmointikielenä Microsoft Officen sovelluksissa, kuten Access, Excel, PowerPoint, Publisher, Word ja Visio. VBA:n avulla käyttäjä pystyy muokkaamaan enemmän mitä on normaalisti mahdollista Office-sovelluksissa ja luomaan makroja, joilla voidaan automatisoida toistuvia dataprosesseja. (Kenton, 2024.)

VBA on tapahtumapohjainen työkalu, jonka avulla voidaan käskä tietokonetta käynnistämään yhden tai useamman toiminnon kirjoittamalla komentoja muokausmoduuliin makro-ohjeiden eli makrojen luomiseksi. Makro on pohjimmiltaan sarja merkkejä, jotka syöttävät lähtötietoja toisen merkkisarjan tulokseen ja tämän perusteella suorittaa tietynlaisia tehtäviä. VBA ei ole oma itsenäinen ohjelmansa, vaan graafinen käyttöliittymä ohjelman sisällä, joka sisältää työkalurivejä, valikoita, dialogilaatikoita ja lomakkeita. Ohjelmalla voidaan tehdä makrojen lisäksi myös tapahtuma-analysointia, päivittää dataa ja järjestellä informaatiota. (Kenton, 2024.)

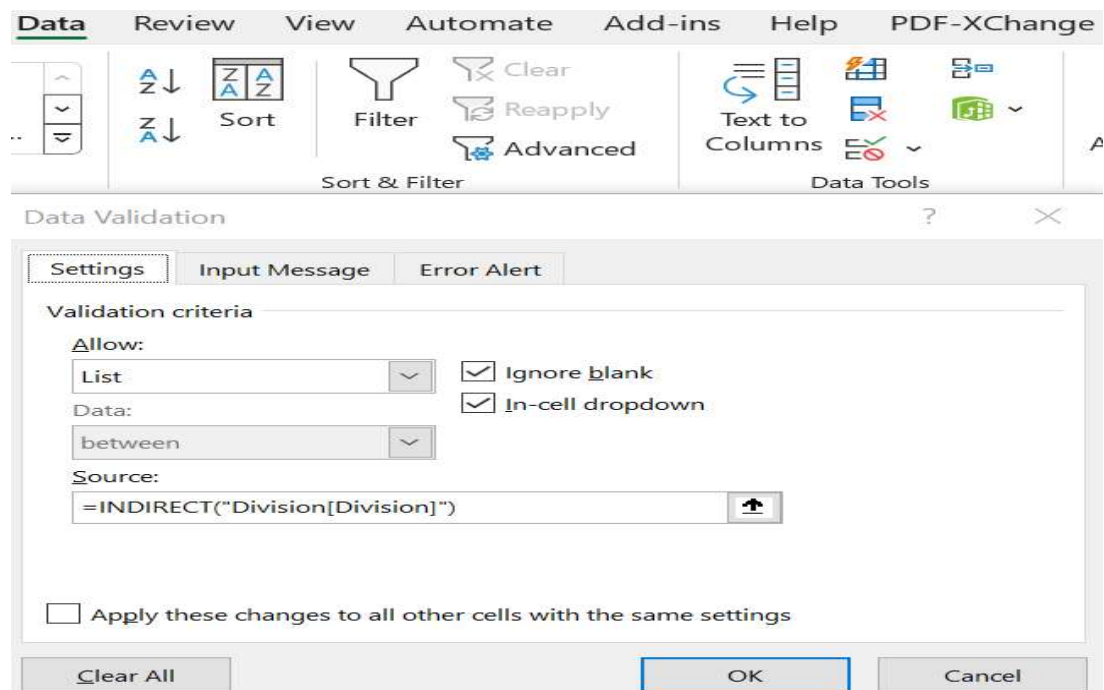
5.3 Excel-pohjaisen käyttöliittymän luonti

Toteutuksessa tehtiin käyttöliittymä Exceliin. Käyttöliittymän luonnissa hyödynnettiin Excelin sisäistä Visual Basic for Applications (VBA) -ohjelmointikieltä, jolla saatiin käyttöliittymän toiminnallisuus tehtyä. Sen avulla pystyttiin tekemään käyttöliittymästä visuaalisesti ja toiminnallisesti käyttäjäystävällisempi, kuten valikkojen ja datan siirron osalta. Tämän ansiosta saadaan nopeutettua työn tekoa ja pienennettyä virheiden riskiä, sekä saadaan vähennettyä manuaalista työtä.

Käyttöliittymän teko aloitetaan tekemällä uusi Excel-tiedosto ja tallentamalla se muotoon Macro-Enabled Worksheet (.xlsm), jotta voidaan VBA:n avulla

tehdä ja tallentaa makroja samaan tiedostoon. Seuraavaksi voidaan tehdä tuleville toiminnoille ja tietokannalle omat sivut ja nimetä ne. Tämän jälkeen voidaan rakentaa sivulle käyttöliittymän rakenne käyttäen Excelin "Home"-valikon maalaus ja rajausta toimintoja. Ensimmäiselle osalle käyttöliittymästä tulee sen nimi ja alas tietoja, mitä halutaan ensiksi hakea ja täyttää. Näitä ovat muun muassa laitos, saareke, järjestelmä, tyyppipohja ja Parent Document numero, jolla haetaan tiedot Kronodocista. Tämä sama toistuu käyttöliittymän seuraaville sivuille, joihin haetaan tai laitetaan tietoja mm. laitteista, kaapeleista ja yleistietoja.

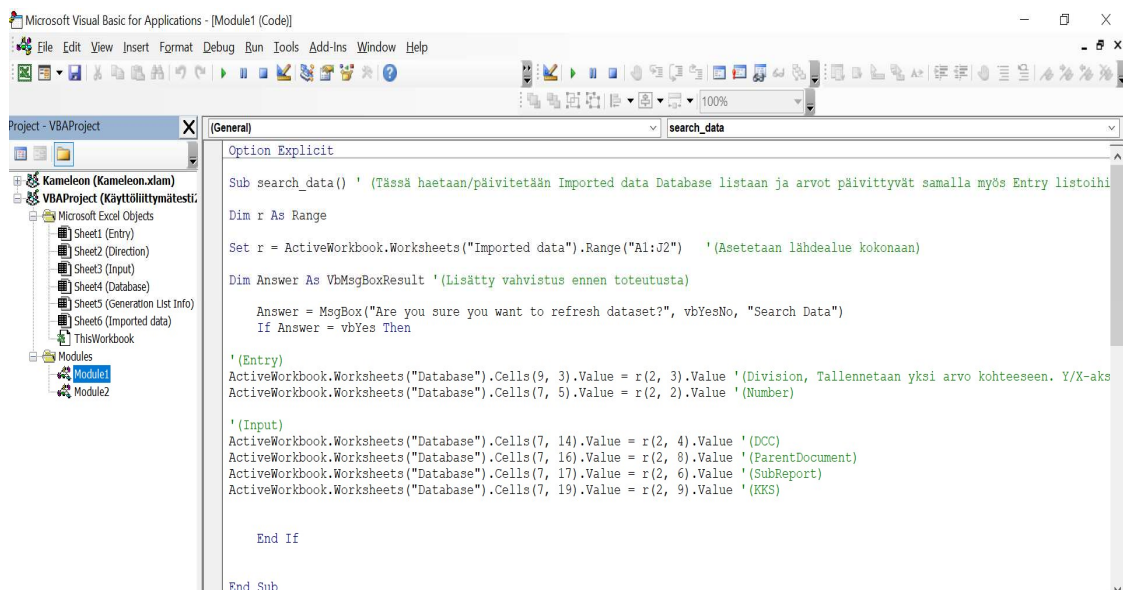
Database-lehdelle tehdään taulukkoja, joita pystytään Table designin avulla luomaan. Tällöin uusi data päivittyy tehtyyn listaan automaattisesti. Taululle ja listalle tarvitsee antaa omat nimensä ja Data validationista asetukset listalle ja lähteelle, jotta saadaan toteutettua itsestään päivittyvä lista. Tämä vaatii lähdekohtaan komennon "=INDIRECT("taulukon nimi[Listan nimi]")". Kuvassa 1 on esitettynä Data validation asetukset. Näitä taulukkoja on tehty jokaiselle arvolle, joista löytyy haettavissa olevaa tietoa Kronodocista ja niitä käytetään "tietopankkeina".



Kuva 1. Data validation ominaisuuden asetukset päivittyvään listaan

Tietoja tarvitsee tuoda ja viedä eri sivujen välillä. Tämä onnistuu helpoiten VBA:n avulla makro komennoilla. Excelissä Developer välistä löytyy Visual Basic-työkalu. VBA:n avattua sinne tehdään auki olevalle projektille uusi ”module” eli muokkausmoduuli projektipuuhun valitsemalla ”insert” ja ”module”. Tämä avaa uuden muokkausmoduuli ikkunan, johon voidaan kirjata komennot. Tätä ei tule sekoittaa CADMATIC:in modulaarisessa generoinnissa käytettävän ”module” termin kanssa, sillä vaikka termit ovat samoja, niin ne tarkoittavat eriasioita eri kontekstissa.

Ensiksi muokkausmoduuliin annetaan komento ”Option Explicit”, jonka avulla mahdolliset kirjoitusvirheet eivät tee uutta toteutusta. ”Sub search_data ()” komennolla haetaan tai päivitetään listaan halutut arvot. ”Dim r As Range” ja ”Set r =” komennoilla asetetaan lähdealue kokonaan halutulta sivulta eli tässä tapauksessa ”Imported data” sivulta. Tämän jälkeen ”Dim Answer As VbMsgBoxResult” komennolla saadaan lisättyä vahvistus ennen toteutusta, sekä lisäämällä ehdon ”If” saadaan vahvistus toimimaan halutulla ehdolla. Kun valinta on ”Yes”, niin toteutuu tietojen haku toteutus komennoilla, jotka näkyvät kuvassa 2. Ne kertovat minkä arvon se hakee solusta ja mihin soluun arvo viedään. Lopuksi suljetaan ehto ”End If” ja haku ”End Sub” komennoilla. Tällä hakukomentotyylillä tehdään useampi ”search_data” kysely tietojen siirtoon eri sivujen välillä.



```

Option Explicit

Sub search_data() ' (Tässä haetaan/päivitetään Imported data Database listaan ja arvot päivittyvät samalla myös Entry listoihin)

Dim r As Range

Set r = ActiveWorkbook.Worksheets("Imported data").Range("A1:J2") ' (Asetetaan lähdealue kokonaan)

Dim Answer As VbMsgBoxResult ' (Lisätty vahvistus ennen toteutusta)

Answer = MsgBox("Are you sure you want to refresh dataset?", vbYesNo, "Search Data")
If Answer = vbYes Then

' (Entry)
ActiveWorkbook.Worksheets("Database").Cells(9, 3).Value = r(2, 3).Value ' (Division, Tallennetaan yksi arvo kohteeseen. Y/X-aks
ActiveWorkbook.Worksheets("Database").Cells(7, 5).Value = r(2, 2).Value ' (Number)

' (Input)
ActiveWorkbook.Worksheets("Database").Cells(7, 14).Value = r(2, 4).Value ' (DCC)
ActiveWorkbook.Worksheets("Database").Cells(7, 16).Value = r(2, 8).Value ' (ParentDocument)
ActiveWorkbook.Worksheets("Database").Cells(7, 17).Value = r(2, 6).Value ' (SubReport)
ActiveWorkbook.Worksheets("Database").Cells(7, 19).Value = r(2, 9).Value ' (KKS)

End If

End Sub

```

Kuva 2. VBA komennot tiedon hakuun toiselta sivulta

Kun on saatu haku makrot tehtyä, voidaan tehdä makrot myös käyttöliittymän sivujen vaihtoon. Se onnistuu komennolla "Sub Switch_to_sivun nimi ()" ja antamalla halutun aktiivisen sivun ja lopettamalla komennon "End Sub". Kuvassa 3 on esitettyä komennot sivujen vaihtoon. Näitä makroja voidaan antaa käyttöliittymässä oleville painonapeille, jolloin painettaessa ne vaihtavat seuraavalle tai edelliselle sivulle.

```
Sub Switch_to_Entry() ' (Sivujen vaihto tapahtuu seuraavilla komennoilla)
ActiveWorkbook.Sheets("Entry").Activate
End Sub
Sub Switch_to_Direction()
ActiveWorkbook.Sheets("Direction").Activate
End Sub
Sub Switch_to_Input()
ActiveWorkbook.Sheets("Input").Activate
End Sub
Sub Switch_to_Generation_List_Info()
ActiveWorkbook.Sheets("Generation List Info").Activate
End Sub
```

Kuva 3. Makrot, joilla voidaan painonapeilla vaihtaa käyttöliittymän sivuja

Käyttöliittymässä tehdyt tietojen lisäykset ja valinnat viedään generointilistaan ja Document Delivery Sheetiin. Tämä toteutetaan samalla tavalla, kun aiemmin tehty tiedon päivitys "Sub search_data ()" komennolla. Erona tässä aiempaan on lähdealueen kasvu, halutun sivun vaihto ja vaadittavien komentojen määrän kasvu. Kuvassa 4 on esitettyä komennot, jolla viedään ja tallennetaan "Schema Info" -sivun kaapeli osuuden tiedot generointilistaan. Vastaavia komentorakenteita löytyy useita, sillä tarvittavia tietoja on paljon ja ne ovat lajiteltuna eri osioihin käyttöliittymän sisällä.

```
(General) (Declarations)
Sub search_data5() ' (Tässä haetaan data Schema Info (Cable) sivulta generointi listaan)
Dim r As Range
Set r = ActiveWorkbook.Worksheets("Schema Info").Range("A1:T30") ' (Asetetaan lähdealue kokonaan)
Dim Answer As VbMsgBoxResult
    Answer = MsgBox("Are you sure you want to save?", vbYesNo, "Save Data")
    If Answer = vbYes Then
ActiveWorkbook.Worksheets("Generation List Info").Cells(3, 16).Value = r(5, 15).Value ' (Cable Name 1, Tallennetaan yksi arvo k
ActiveWorkbook.Worksheets("Generation List Info").Cells(4, 16).Value = r(7, 15).Value ' (Cable Name 2, Tallennetaan yksi arvo k
ActiveWorkbook.Worksheets("Generation List Info").Cells(5, 16).Value = r(9, 15).Value ' (Cable Name 3, Tallennetaan yksi arvo k

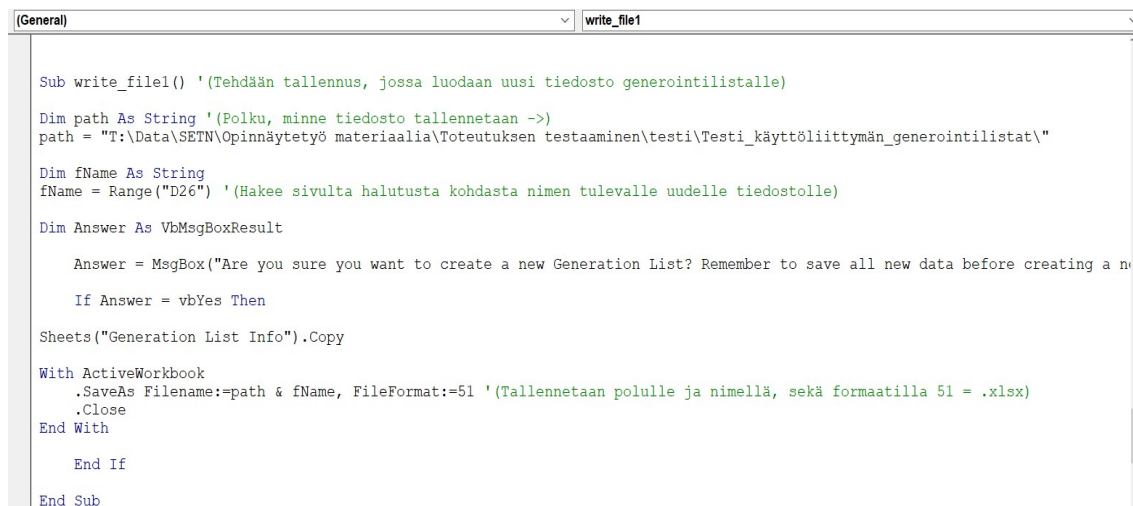
ActiveWorkbook.Worksheets("Generation List Info").Cells(3, 7).Value = r(5, 18).Value ' (Cable Type 1, Tallennetaan yksi arvo k
ActiveWorkbook.Worksheets("Generation List Info").Cells(4, 7).Value = r(7, 18).Value ' (Cable Type 2, Tallennetaan yksi arvo k
ActiveWorkbook.Worksheets("Generation List Info").Cells(5, 7).Value = r(9, 18).Value ' (Cable Type 3, Tallennetaan yksi arvo k

ActiveWorkbook.Worksheets("Generation List Info").Cells(3, 44).Value = r(13, 15).Value ' (Busbar 1 , Tallennetaan yksi arvo kol
ActiveWorkbook.Worksheets("Generation List Info").Cells(4, 44).Value = r(15, 15).Value ' (Busbar 2 , Tallennetaan yksi arvo kol

    End If
End Sub
```

Kuva 4. VBA komentorakenne tiedon siirtoon toiselle sivulle

Lopuksi tehtiin vielä käyttöliittymän viimeiselle sivulle makro painonapeille, joilla voidaan luoda omat uudet tiedostot generointilistalle, sekä Document Delivery Sheetille. Tämä toteutettiin komennolla "Sub write_file1" ja antamalla sille polun, mihin uuden tiedoston tallennus tulee "Dim path As String" komennolla. Sen jälkeen annettiin komento, jolla käyttäjä pystyy antamaan uudelle tiedostolle haluamansa nimen "Dim fName As String" komennolla ja kertomalla lähteen. Tämän jälkeen tehtiin vielä vahvistus komento ja lopuksi komennot, joilla uusi tiedosto luodaan, nimetään ja tallennetaan. Kuvassa 5 on esitettyä kyseinen komentorakenne. Tämä sama tehtiin vielä Document Delivery Sheetille hieman komentoja muokkaamalla. Tämän jälkeen makro annettiin käyttöliittymään oikealle painonapille ja tehtiin vielä visuaalisia parannuksia ja kommentteja osioihin, jotka auttavat käyttäjää.



```

(General) write_file1
Sub write_file1() '(Tehdään tallennus, jossa luodaan uusi tiedosto generointilistalle)
Dim path As String '(Polku, minne tiedosto tallennetaan ->)
path = "T:\Data\SETN\Opinnäytetyö materiaalia\Toteutuksen testaaminen\testi\Testi_käyttöliittymän_generointilistat\"

Dim fName As String
fName = Range("D26") '(Hakee sivulta halutusta kohdasta nimen tulevalle uudelle tiedostolle)

Dim Answer As VbMsgBoxResult

Answer = MsgBox("Are you sure you want to create a new Generation List? Remember to save all new data before creating a n

If Answer = vbYes Then

Sheets("Generation List Info").Copy

With ActiveWorkbook
.SaveAs Filename:=path & fName, FileFormat:=51 '(Tallennetaan polulle ja nimellä, sekä formaatilla 51 = .xlsx)
.Close
End With

End If

End Sub

```

Kuva 5. VBA komentorakenne, jolla voidaan luoda uusi tiedosto

6 TOTEUTUSPROSESSIN KUVAUS

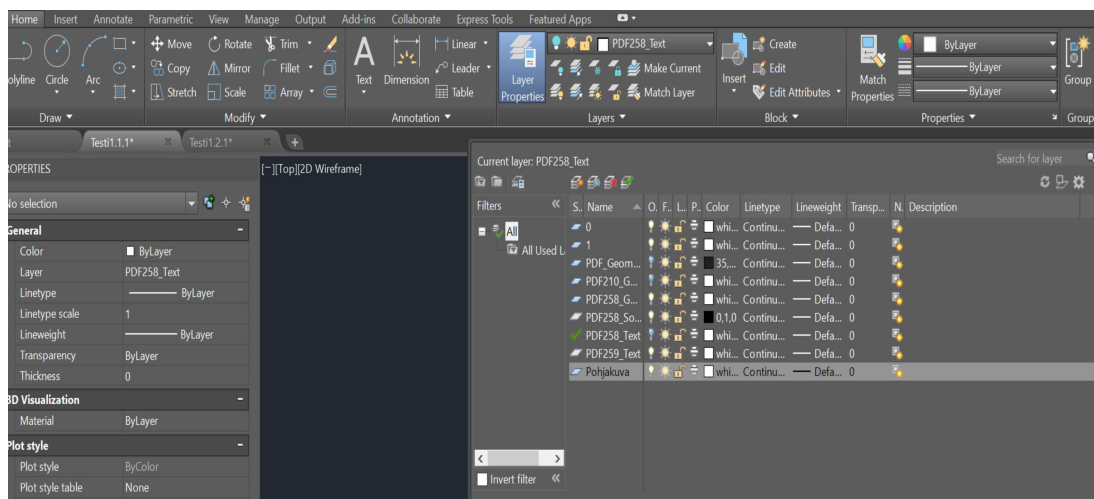
6.1 AutoCAD-tiedostojen konvertointi CADMATIC:ille

Sähkökuvat on alun perin enimmäkseen tehty Olkiluoto 3-laitosyksiköllä AutoCAD-ohjelmistolla. Tämän takia ennen varsinaista modulaarista generointi prosessia täytyy AutoCAD:in dwg-tiedostojen sähkökuvat konvertoida

CADMATIC:ille sopivaksi drw-tiedostoksi. Lisäksi uudet pohjakuvat tarvitsevat kopioida omiksi tiedostoikseen, sekä piilottaa vanhat raamit ja keskittää pohjakuva. Tämän jälkeen voidaan käyttää tehtyjä sähkökuvia hyödyksi massageneroinnissa ja on täten keskeinen osa tulevan prosessin toteutusta.

Toteutus alkaa hakemalla haluttu pohjakuva Kronodoc-dokumenttienhallintajärjestelmästä. Järjestelmässä on jaettu laitoksen järjestelmät omiin kansiorakenteisiin, sekä alakansioista löytyvät dokumentit ja natiivikuvat eli AutoCAD-ohjelmistolla tehdyt tyyppiirustukset. Tyyppiirustus avataan AutoCAD-ohjelmalla ja ensiksi tarvitsee tallentaa kopio tiedostosta omalle alueelleen kansioon, mihin työ tullaan tekemään. Kun työ on tallennettu, aloitetaan tekemällä uusi "layer" eli taso, johon pohjakuva jätetään ilman raameja.

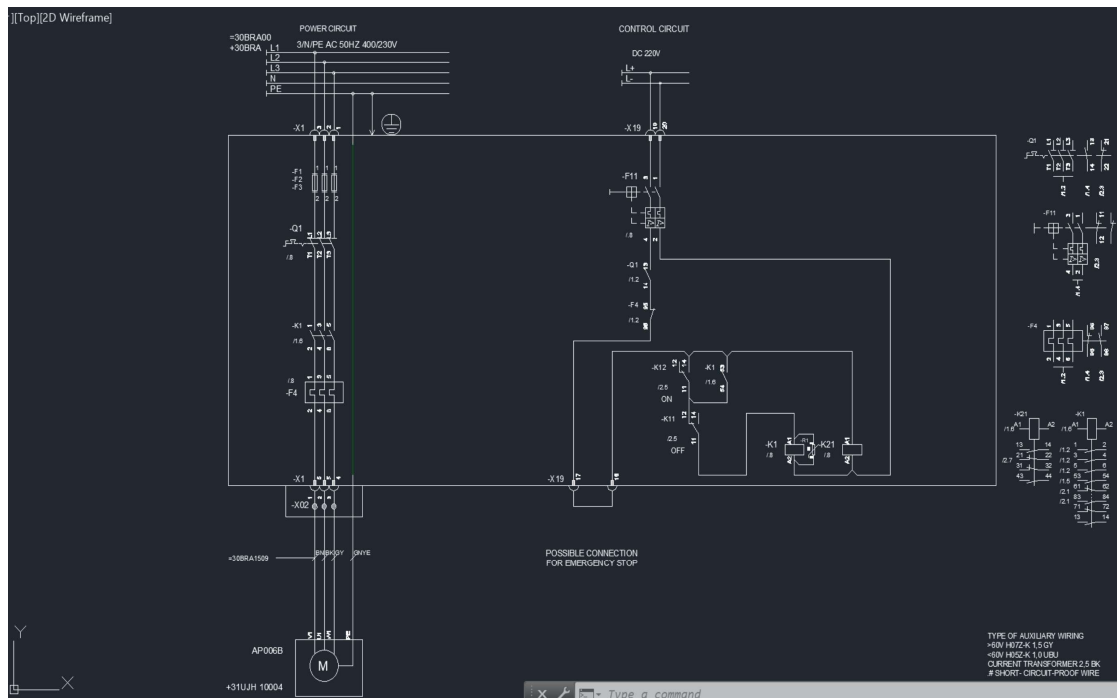
Tason teko onnistuu Home-valikosta löytyvän Layer Properties-alavalikosta, joka on esitetty kuvassa 6. Layer hallintavalikkoon tehdään uusi taso valitsemalla New layer. Tämän jälkeen tasolle annetaan nimeksi "Pohjakuva". Kun taso on tehty, maalataan raamien sisällä oleva pohjakuva ja annetaan sille "Group" komento, jolloin kuvasta tulee yksi ryhmä. Sitten valitaan tämä pohjakuva uudelleen ja annetaan Layer Properties valikon vierestä löytyvästä alavalikosta "Pohjakuva" taso ryhmälle.



Kuva 6. AutoCAD-ohjelman Layer hallintavalikko

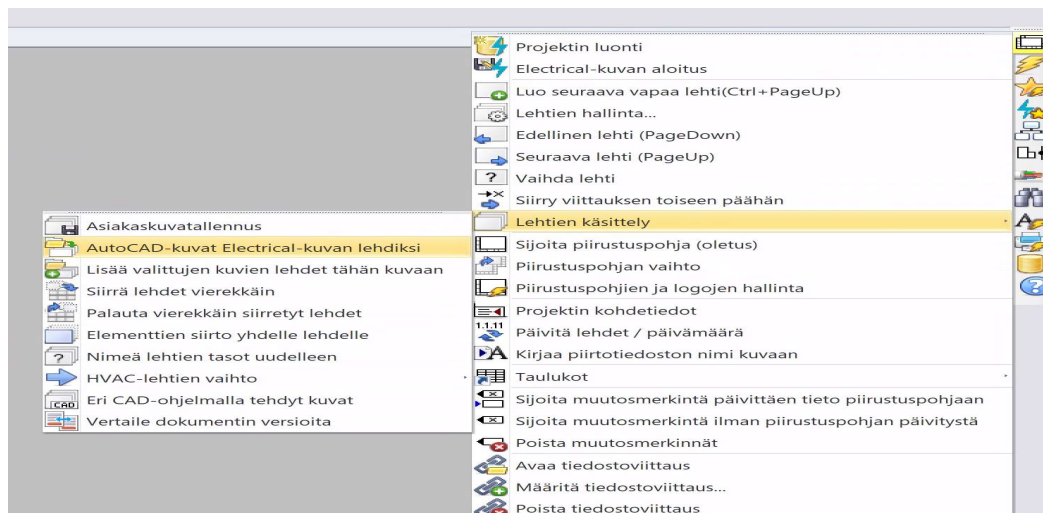
Kun pohjakuvan taso on tehty ja kuva muutettu "Group"-komennolla ryhmäksi, voidaan kuvasta piilottaa ja lukita kaikki muut tasot paitsi 0, 1 ja Pohjakuva

Layer Properties hallintavalikosta. Tämän avulla saadaan kuvasta kaikki ylimääräinen pois ja pelkästään näkyviin piirikaaviokuva, sekä estetään konvertointi vaiheessa piilossa olevien tasojen mukaan tuleminen uuteen kuvaan. Pohjakuvasta tulee tämän prosessin jälkeen kuvan 7 mukainen ja voidaan siirtää konvertoimaan tiedosto CADMATIC Electricaliin.



Kuva 7. Valmis pohjakuva ilman raameja

Kuvien konvertointi onnistuu CADMATIC Electrical-ohjelmistossa löytyvän ominaisuuden avulla. Ensiksi täytyy luoda uusi projekti Electrical-ohjelmistoon, mihin tuleva pohjakuva tehdään ja tallennetaan. Projektille annetaan nimeksi esimerkiksi nimi, joka viittaa mikä kuva on kyseessä tai mihin järjestelmään pohjakuvaa käytetään. Kun perustiedot on annettu ja projekti luotu, niin pohjakuva tulee tallentaa kansiorakenteessa "modules" kansioon omaan kansioonsa, jotta ohjelma pystyy löytämään sen. Konvertointi ominaisuus löytyy Electrical-ohjelmiston oikean reunan valikosta "kaaviokuvien/lehtien käsittely". Kuvassa 8 on esitetty valikon rakenne, mistä löytyy kuvien konvertointi ominaisuus ohjelman sisällä.



Kuva 8. Electrical-ohjelmiston valikko CAD-kuvan konvertointi ominaisuuteen

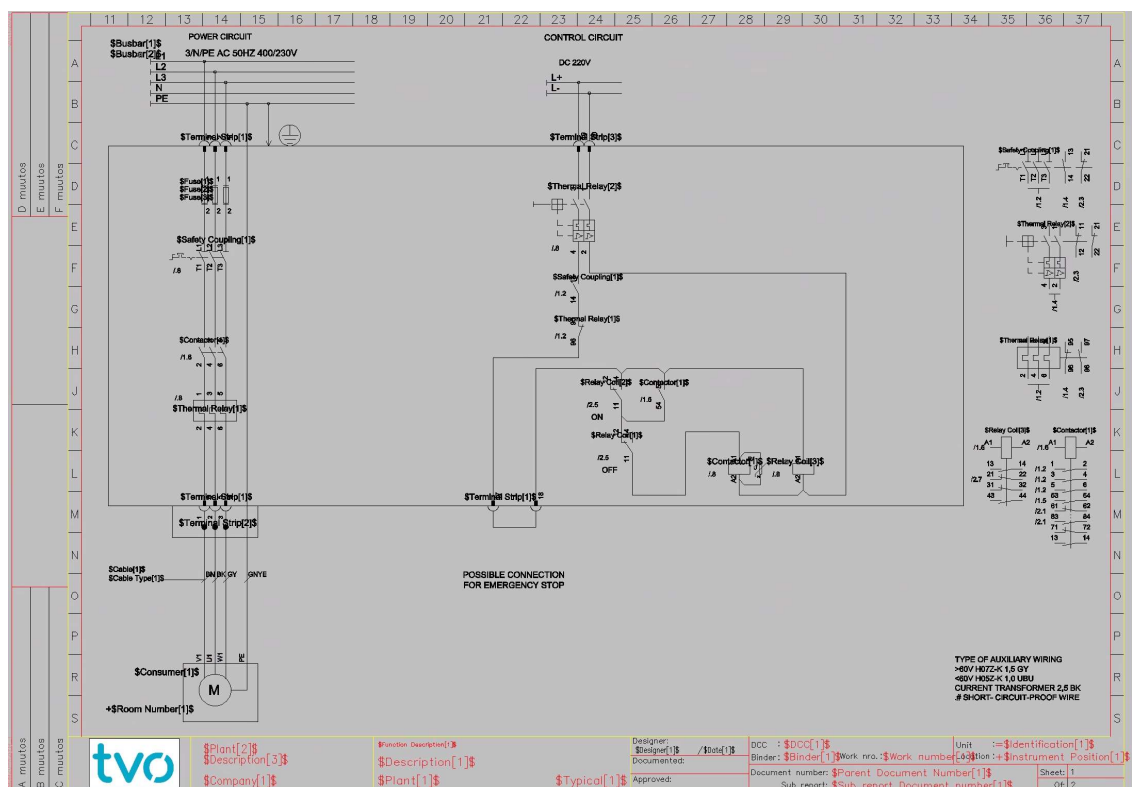
Tämän jälkeen avautuu ikkuna, josta voidaan kansiorakenteesta hakea ja valita haluttu AutoCAD dwg-tiedosto. On myös mahdollista valita useampi tiedosto "maalaamalla", jolloin kuvista syntyy yksi tiedosto, jossa kuvat ovat omilla sivuillaan. Tämä on kätevä ominaisuus, mutta vaatii sen, että aikaisemmat kuvat ovat omina tiedostoinaan. Muuten kaikki valitut kuvat tulevat samalle yhdelle sivulle. Tämä prosessi on helpoin tehdä kopioimalla kuvat omiin uusiin tiedostoihin AutoCAD-ohjelmistolla ja sitten viemällä ne yllä mainitun tavan avulla Electrical-ohjelmistoon. Jos sivujärjestyksellä on merkitystä, tulee tiedostot valinta kohdassa "maalata" siinä järjestyksessä, kuin haluaa sivujärjestyksen olevan eli ensimmäinen "maalaus" on ensimmäinen sivu ja jatkuu tästä valitsemisjärjestyksessä.

Kuvien tuonnin jälkeen voidaan asettaa kuvaan uusi raami. Raami on oma tiedostonsa, jossa on myös omat taginsa. Raamista tehdään "Template", jonka pystyy lisäämään aina jokaiseen kuvaan "kaaviokuvien/lehtien käsittely"-valikosta "piirustus pohjien ja logojen hallinta" -alavalikosta. Valikossa luodaan uusi Template ja haetaan sille kansiorakenteesta raami tiedosto, jonka jälkeen Template tallennetaan ja voidaan "osoittaa kuvaan". Jos raami ja tuotu piirikaaviokuva eivät ole kohdallaan, voidaan piirikaaviokuva "maalata" ja siirrä ominaisuudella manuaalisesti keskittää raamin sisälle. Kuvan keskittämisen jälkeen voidaan poistaa ryhmä komento piirikaaviokuvasta "ungroup" komennolla, jolloin voidaan muokata yksittäisiä tekstikenttiä. Mikäli Template ei toimi

halutulla tavalla, voidaan raami myös kopioida ja viedä uuteen kuvaan leikkaa ja liitä ominaisuudella.

6.2 Pohjakuvaan annettavat tagit ja generointilista

Pohjakuvan luonnin jälkeen täytyy antaa jokaiselle laitteelle, kaapelille ja tekstileille omat tagit. Tägeja vaaditaan, jotta ohjelma pystyy hakemaan tageja vastaavat tiedot Excel-generointilistasta ja toteuttamaan modulaarisen generoinnin. Tagit ovat englanniksi, koska alkuperäiset piirustukset on tehty englanniksi ja näin saadaan pidettyä yhteneväisyys uusien ja vanhojen kuvien välillä, sekä ei sekoiteta montaa eri kieltä keskenään. Kun pohjakuva on tehty kokonaisuudessaan kerran, sitä pystytään hyödyntämään useasti massageneroinnissa. Kuvassa 9 näkyy pohjakuvaan lisätyt tagit laitteille, teksteille ja raameihin. Ohjelma osaa lukea tagit, vaikka ne olisivat päällekkäin tai näennäisesti epäselvän näköisiä pohjakuvassa, kunhan ne ovat oikein kirjoitettu. Osa teksteistä on jätetty ilman tagi lisäystä, sillä tyyppipohjakuvat sisältävät yleisesti samoja tekstejä muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta.



Kuva 9. Pohjakuvaan ja raamiin lisätyt tagit

Tagit on tehty siten, että ne olisivat helposti ymmärrettäviä ja yksiselitteisiä, jotta saadaan väärin ymmärtämisen riski pienennettyä. Tagi teksti koostuu \$-symbolista tekstin alussa ja lopussa, mikä kertoo ohjelmalle, että kyseessä on tagi. Symbolien sisälle tulee itse teksti, kuten esimerkiksi sulakkeelle annettava tagi nimitys \$Fuse[1]\$. Tagit on listattu generointilistalla omille sarakkeilleen. Tagin tekstiossa on Excel-generointilistassa yläsarakkeilta löytyvä tagin hakusarake, joka kertoo ohjelmalle mitä ollaan hakemassa. Tagin sisällä hakusarake, joka kertoo ohjelmalle, miltä generointilistan rivinumero sarakkeelta (Row number) se hakee vastaavan halutun tiedon. Tällä tavalla saadaan luotua syvyyttä eli ei tarvitse tehdä useita yläsarakkeita samalle tagille vaan voidaan hyödyntää yhtä tagia useamman kerran.

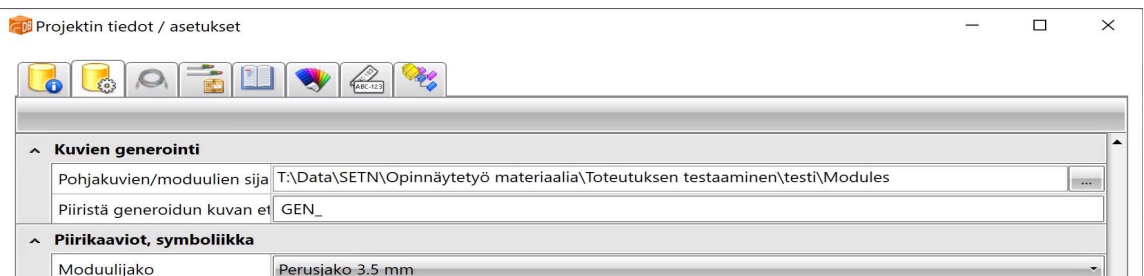
Generointilistan tietoja pystytään muokkaamaan ja täydentämään, jotta voidaan myöhemmin generoida uusia kuvia. Kuvassa 10 on esitetty generointilistan sisältöä osittain. Taulukko jatkuu pitkälle oikealle päin, sillä tageja on paljon ja ne eivät mahdu samanaikaisesti näytölle. Osassa soluista näkyy nollia, kun uutta tietoa ei ole tullut listaan, sillä solu hakee ylimmästä listasta tiedot ja tuo ne alempiin. Tämän listan luominen ja tietojen täyttö tehdään käyttöliittymän avulla, mutta sitä pystytään myös manuaalisesti muokkaamaan tarvittaessa.

RowNumber	Tabulus	Drawingfile	Project Name	Consumer	Cable Type	Contact	Terminal Strip	Coupling	Safety Coupling	Fuse	Thermal Relay	Relay Coil	Cable	LED	Autom Terminal Strip 1	Autom Terminal Strip 1.1
1	HMDM28-K2(FH)_1			0\APO068	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K1	-X1	0\520	-Q1	-F1	-F4	-K11	308RA1509	-H21	007:	H
2				0	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K2	-X02	0	0	0\F2	-F11	-K12	308RA3520	0	A	C
3				0	0	0	0\X19	0	0	0\F3	0	-K21	0	0	E	B
4				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	F	D
5				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	G	D
1	HMDM28-K2(FH)_2			0\APO068	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K1	-X1	0\520	-Q1	-F1	-F4	-K11	308RA1509	-H21	007:	H
2				0	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K2	-X02	0	0	0\F2	-F11	-K12	308RA3520	0	A	C
3				0	0	0	0\X19	0	0	0\F3	0	-K21	0	0	E	B
4				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	F	D
5				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	G	D
1				0\APO068	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K1	-X1	0\520	-Q1	-F1	-F4	-K11	308RA1509	-H21	007:	H
2				0	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K2	-X02	0	0	0\F2	-F11	-K12	308RA3520	0	A	C
3				0	0	0	0\X19	0	0	0\F3	0	-K21	0	0	E	B
4				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	F	D
5				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	G	D
1				0\APO068	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K1	-X1	0\520	-Q1	-F1	-F4	-K11	308RA1509	-H21	007:	H
2				0	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K2	-X02	0	0	0\F2	-F11	-K12	308RA3520	0	A	C
3				0	0	0	0\X19	0	0	0\F3	0	-K21	0	0	E	B
4				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	F	D
5				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	G	D
1				0\APO068	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K1	-X1	0\520	-Q1	-F1	-F4	-K11	308RA1509	-H21	007:	H
2				0	HKELCHXOE 1kV 4G 4	-K2	-X02	0	0	0\F2	-F11	-K12	308RA3520	0	A	C
3				0	0	0	0\X19	0	0	0\F3	0	-K21	0	0	E	B
4				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	F	D
5				0	0	0	0	0	0	0\0	0	0	0	0	G	D

Kuva 10. Generointilistan osittainen sisältö

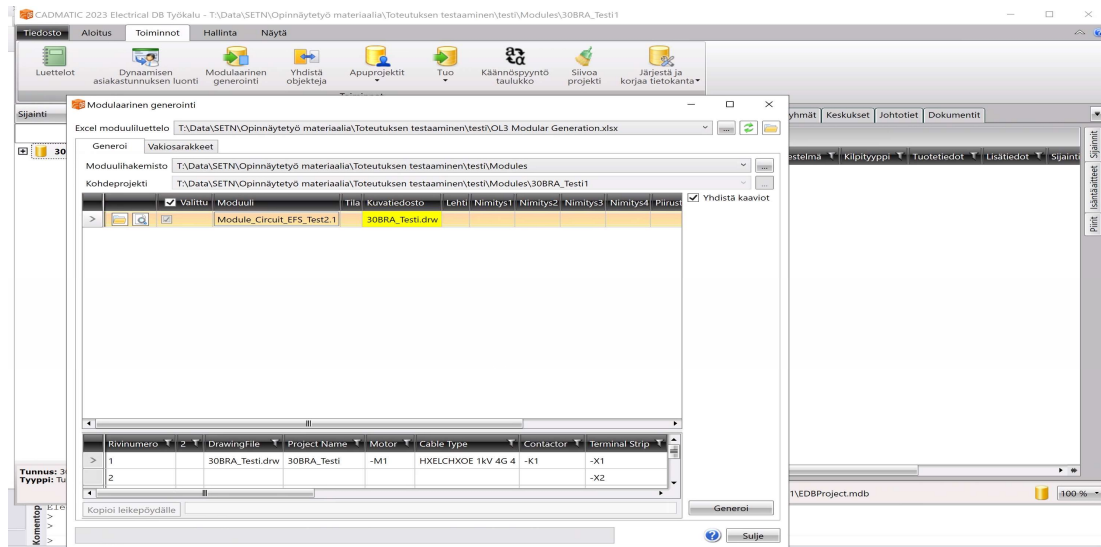
6.3 Modulaarisen generoinnin toteutus

Ennen kun voidaan aloittaa modulaarinen generointi, niin tarvitsee tehdä aikaisemmassa luvussa 5.1 tehty pohjakuvien konvertointi ja tagien täydentäminen. Kun pohjakuva on tehty ja generointilista täytetty, voidaan aloittaa generointi osuus Electrical-ohjelman Database-työkalulla. Ensiksi luodaan uusi projekti Database-työkaluun ja annetaan projektin perustiedot. Lisäksi projektin asetukset-osiossa pitää lisätä "kuvien generointi" kohtaan polku "Modules"-kansioon, jotta ohjelma löytää pohjakuvat. Kuvassa 11 on esitettynä projektin asetukset-osioon lisättävä polku.



Kuva 11. Database-työkalun projektin asetuksiin lisättävä polku kansioon

Projektin luonnin jälkeen siirrytään Database-työkalun "toiminnot"-sivulle, josta valitaan "modulaarinen generointi"-ominaisuus. Se aukeaa uudelle omalle näkymälle, josta voidaan antaa haluttu Excel-generointilista, sekä moduulihakemisto ja kohdeprojekti. Moduulihakemisto on aikaisemmin asetuksissa annettu polku moduuleille ja kohdeprojekti on uuden generoidun kuvan sijoituskansio. Kuvassa 12 on esiteltynä Database-työkalun modulaarinen generointi näkymä. Näkymästä voidaan edellä mainittujen asetusten jälkeen ladata generointilista ohjelmaan painamalla "Lataa moduulilista uudelleen". Tämän jälkeen ilmestyy näkyviin kaikki ladatut tiedot generointilista näkymän alaosaan, josta niitä voidaan katselmoida. "Generointi" painikkeella, voidaan toteuttaa modulaarinen generointi, jossa ohjelma luo annettujen tietojen ja pohjakuvan perusteella uuden piirikaaviokuvan.



Kuva 12. Database-työkalun modulaarinen generointi näkymä

7 LIITTÄMINEN OSAKSI DOKUMENTAATIOTA

Yksittäin piirikaaviokuva ei vastaa kokonaista dokumentaatiota, vaan on yksittäinen dokumentti ja on täten vain osa dokumentaatiota. Toteutuksessa tuotettu piirikaaviokuvan natiiviedosto, sen pdf-kuvatiedosto, sekä Document Delivery Sheet vaaditaan, jotta saadaan materiaali liitettyä osaksi dokumentaatioprosessia. Dokumentaatio on siis isompi kokonaisuus eri tietoja ja dokumentteja, jotka muodostavat yhdessä suuremman kokonaisuuden. Työssä tehtävä käyttöliittymä ei ole piirikaaviokuvan teon osalta oleellinen, mutta dokumentaatioprosessin osalta keskeinen. Sen avulla saadaan dataa erilaisista lähteistä, kuten Kronodocista ja Laitostietokannasta (LATU) yhdistettyä yhteen käytettävään toimintoon. Käyttöliittymällä voidaan luoda tämän ansiosta uusia generointilistoja ja Document Delivery Sheet eri dataa erottelemalla ja yhdistelemällä.

Document Delivery Sheet kertoo mitä tietoja ollaan tuomassa Kronodoc-järjestelmään. Se on yksinkertaistettuna Excel-taulukko ja siinä on kerättyinä metatietoja dokumentista, jotka sisältävät tietoja millaisia dokumentteja ne ovat (DCC), dokumentin, tiedoston ja tekijän nimen, mihin dokumentteja ollaan

tallentamassa, revision, päiväyksen ja kohdistuksen (KKS). Kuvassa 13 on esitettyä osittainen sisältö Document Delivery Sheetistä. Taulukko jatkuu sivusuunnassa oikealle, missä on edellä mainittuja kohtia otsikkoina metatiedoille ja pystysuunnassa otsikkojen alla on itse metatiedot.

KRONOC SV	DOCID	Filename.file_extension (case-sensitive)	Document title	Author name
		testi1.pdf;testi1.drw	Dokumentti1	Setälä Tomi

Kuva 13. Document Delivery Sheetin osittainen sisältö

Työssä vaaditaan natiivitiedoston lisäksi myös pdf-tiedosto, sillä kaikilla ei ole pääsyä suoraan alkuperäiseen tiedostoon tai vaadittavia ohjelmia. Kuvia tarkastaessa ja käytettäessä on tärkeää olla olemassa pdf-tiedosto, jotta kuva on helposti ja nopeasti avattavissa ja katselmoitavissa. Valmiista piirikaaviokuvasta saa CADMATIC Electricalissa luotua pdf-tiedoston. Ensiksi keskitetään kuva ”työkalut”-valikosta löytyvällä ”Piirustuksen rajat”-työkalulla ja rajataan kuvan raamin vasen alareuna ja oikea yläreuna. Tämän jälkeen mennään ”Tulostustoiminnot”-valikosta ”Jonotulostus kuvan lehdistä” ja sieltä valitaan kaikki lehdet. Tämän jälkeen laitetaan kuvassa 14 esitetyt tulostusasetukset.

Electrical-kuvien jonotulostus

Tulostuslaite: PDF-XChange Standard

Tulostustyyli: Mustavalko

Tulostusalue

Rajat Kaikki

Näkymä Ikkuna

Kopioiden lkm: 1

Lehden mukana tulostuva taso

Tulostetaan Tason nimi: 0

Tarrojen liittäminen tulosteisiin

Liitetään tarra Päiväys tarraan

Tarjouslaskentaa varten

Työpiirustus

Loppupiirustus

Luovutuspiirustus

Muu teksti:

Tulostus tiedostoon (kuvan nimi + lehtinumero)

PDF-tiedosto Yhdistä kaikki samaan pdf-tiedostoon

Tulostushakemisto

Tulostusasetusten mukaan

Piirustushakemisto

Piirustushakemisto\Tulosteet

Piirustushakemisto\Tulosteet\Päiväys

Muu:

T:\Data\SETN\Opinnäytetyö materiaalia\Toteutus

OK

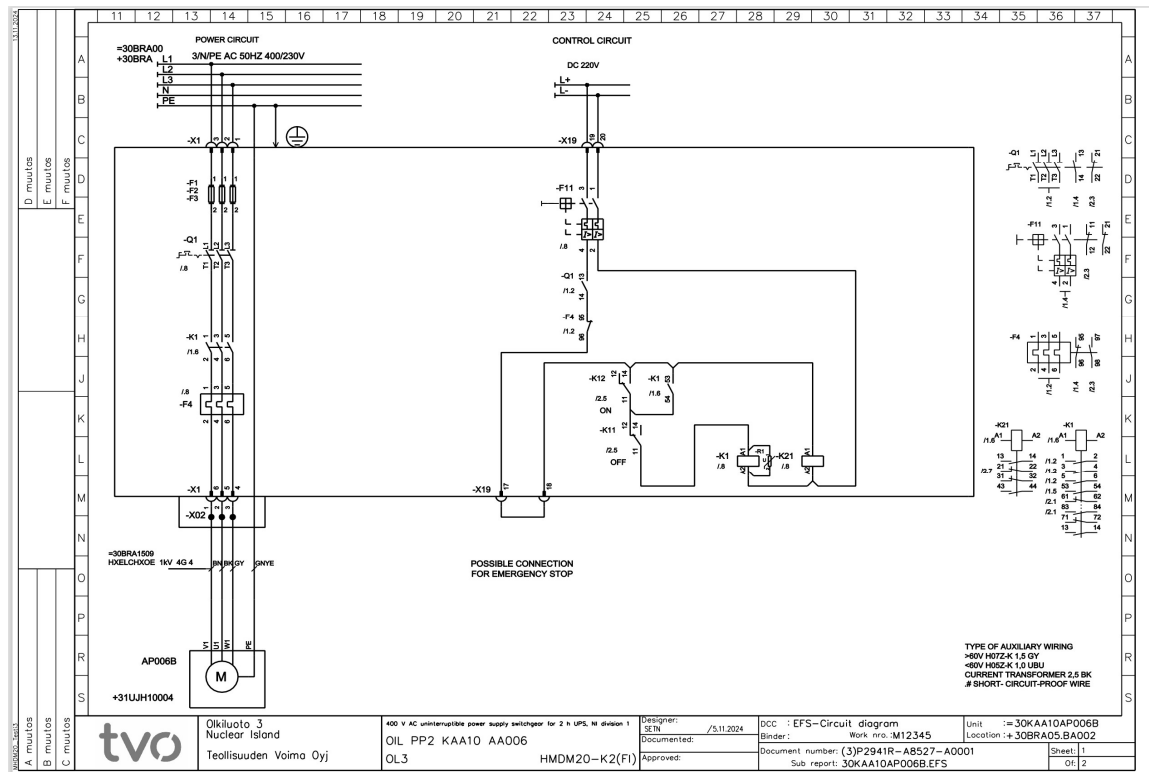
Peruuta

Asetukset

Ohje

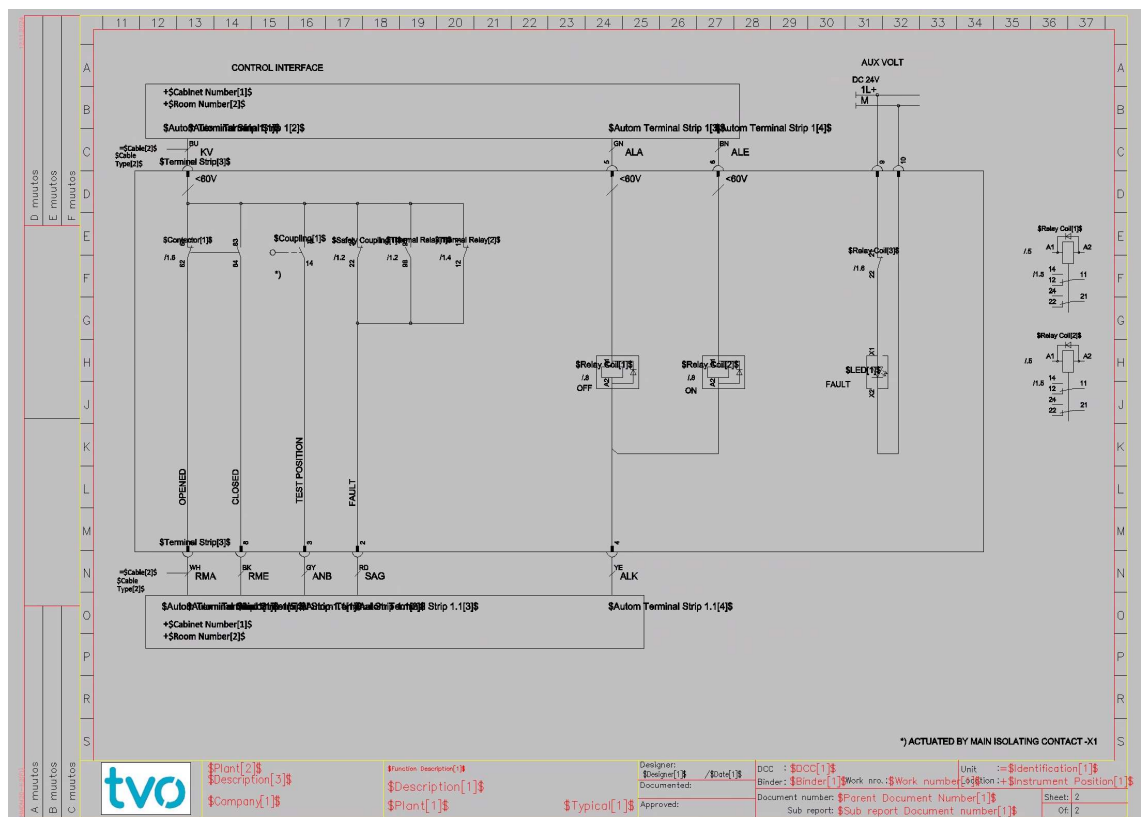
Kuva 14. Valitut tulostusasetukset

Tulostuslaitteeksi valitaan PDF-XChange Standard ja kuva tulostetaan mustavalkoisena. Lisäksi valitaan alueeksi rajat, sekä valitaan PDF-tiedosto ja hake mistoksi piirustushakemisto. Painamalla ”OK” tulostuu uusi pdf-tiedosto piirustushakemistoon omaan kansioonsa. Tiedosto saa automaattisesti saman nimen, mitä on käytetty piirikaaviokuvassa. Kuvassa 15 on esiteltynä valmis tulostettu pdf-tiedosto.



piirikaaviokuvan ensimmäistä sivua. Verifiointi vaiheessa tehdään vielä toinen sivu vastaavalla menetelmällä. Sivut voidaan toteuttaa omina tiedostoinaan, mutta tässä tyyppipiirustuksessa tehdään toteutus samaan tiedostoon.

Aluksi tehdään uusi pohjakuva ja tiedoston konvertointi CADMATIC:ille luvun 6.1 mukaisesti. AutoCAD-ohjelmassa vanhasta kuvasta poistetaan raamit ja piilotetaan ylimääräiset tasot ja kuvasta tehdään yksi ryhmä, jonka jälkeen piirikaaviokuva konvertoidaan CADMATIC Electricaliin tuomalla molemmat piirikaaviokuvan sivut. Näin saadaan piirikaaviokuvat omille sivuilleen CADMATIC Electricalissa. Tästä syntyvään pohjakuvaan lisätään uusi raami, sekä tagit piirikaaviokuvaan ja raamiin luvun 6.2 mukaisesti. Kuvassa 16 on esitettyä valmis piirikaavio pohjakuva, jota voidaan hyödyntää modulaarisessa generoinnissa. On hyvä muistaa, että kuvassa olevat tagit voivat olla päällekkäin ja näennäisesti sekavan näköisiä, kunhan tagit ovat kirjoitettu oikein, niin ohjelma osaa lukea ne.



Kuva 16. Valmis pohjakuva modulaarista generointia varten

Pohjakuvan luonnin jälkeen voidaan siirtyä käyttöliittymän puolelle täyttämään vaadittavat tiedot generointilistaan ja Document Delivery Sheetiin. Käyttöliittymän käynnistymisen jälkeen annetaan ensiksi perustietoja kuten laitos, saareke, Typical ja Parent document. Käyttöliittymää pystytään navigoimaan hiirellä klikkailemalla, sekä siirtymään valintaruutujen välillä esimerkiksi näppäimistön nuolinäppäimiä käyttäen. Kun tiedot on annettu, painetaan ”Save” painonappia ja hyväksytään tallennus ja siirrytään seuraavalle sivulle ”Next” painonapilla.

Seuraavalla sivulla täytetään raamiin tulevia tietoja, sekä piirikaaviokuvaan tulevia tietoja. Helpoiten tietojen täyttö onnistuu vasemmalta alkaen ylhäältä alas. Jokaisella kohdalla, jossa otsikkokentässä on punainen kolmio yläkulmassa, kertoo mitä tietoa kyseinen kohta haluaa käyttäjän täyttävän tyhjäan valintaruutuun. Useassa valinta ruudussa on oma valintalistansa, josta voidaan valita tietokannassa tai ”tietopankeissa” valmiiksi olevia tietoja tai kirjoittaa tieto itse, jos sitä ei löydy listalta tai se on uusi tieto. Kuvassa 17 on esiteltyä yllä mainittua ja sivulle täytettyjä tietoja.

Information for Frame	
Modules/Typical	HMDM20-K2(FI)
Date	5.11.2024
Designer	SETN
Plant	OL3
DrawingFile	MHDM20_Testi.drw
DCC	EFS-Circuit diagram
Project Name	
ID-Code (KKS)	30KAA10AP006B
Project	
Location Plug-in (KKS)	30BRA05.BA002
Work Number	M12345
Binder	30BRA08.BA004 30BRA08.CA001 30BRA08.CA002 30BRA08.CA003 30BRA08.CA004 30BRA08.DA001 30BRA08.DA002 30BRA08.DA003 30BRA08.DA004 30BRA11.FA001 30BRA05.BA001 30BRA05.BA002
Sub Report	30KAA10AP006B.EFS
Function Description	400 V AC uninterruptible power supply switchgear for 2 h UPS, NI division
Designation	OIL PP2 KAA10 AA006
Previous	Save

Information for Schema / Basic			
Consumer 1	AP006	Fuse 1	-F1
Consumer 2		Fuse 2	-F2
Consumer 3		Fuse 3	-F3
Contactor 1	-K1	Relay Coil 1	-K11
Contactor 2	-K2	Relay Coil 2	-K12
Coupling 1	-S20	Relay Coil 3	-K21
Coupling 2		LED 1	-H21
Safety Coupling	-Q1	LED 2	
Thermal Relay 1	-F4		
Thermal Relay 2	-F11		
Room Number 1	31UJH10004		
Room Number 2	31UJK18024		
Room Number 3			
		Save	
			Next

Kuva 17. Excel-pohjaisen käyttöliittymän sivu raami- ja piirikaaviotiedoille

Seuraavalla sivulla käyttöliittymässä voidaan antaa riviliitin tietoja, sekä kaapelitietoja. Näissä pystyy hyödyntämään samanlaisia valikoita, joissa on valmiita tietoja tietopankista. Kaikkia kohtia ei ole välttämätön täyttää, sillä ne ovat luomassa syvyyttä käyttöliittymään, jotta voidaan tehdä useampi kuva samanaikaisesti. Kohdissa täytetään siis vain oleellinen tieto piirikaaviokuvan puolesta tarpeen mukaan, mikä on esitettyä kuvassa 18.

The image shows two screenshots of a software interface for entering terminal strip and cable information.

The left screenshot is titled "Information for Schema / Terminal Strip". It contains the following fields and options:

- Terminal Strip 1: .X1
- Terminal Strip 2: .X7
- Terminal Strip 3: .X19
- Terminal Strip 4: (empty)
- Terminal Strip 5: (empty)
- Autom Terminal Strip 1: (empty) with a tooltip: "Type or select the control interface sides terminal strips. Fill only the ones that are needed or ignore this step if the drawing does not have control interface." and a table:

KV	ALA	ALE	RMA
E	F	G	
C	B	D	
- Cabinet Number 1: (empty) with a table:

KV	ALA	ALE	RMA
ANB	SAG	ALK	
- Autom Terminal Strip 2: (empty) with a table:

KV	ALA	ALE	RMA
- Cabinet Number 2: (empty) with a table:

KV	ALA	ALE	RMA
RME	ANB	SAG	ALK
- Autom Terminal Strip 3: (empty) with a table:

KV	ALA	ALE	RMA
- Cabinet Number 3: (empty) with a table:

KV	ALA	ALE	RMA
RME	ANB	SAG	ALK

The right screenshot is titled "Information for Schema / Cable". It contains the following fields and options:

- Cable Name 1: 30BRA1509
- Cable Type 1: HXELCHXOE 1KV 4G 4
- Cable Name 2: 30BRA3520
- Cable Type 2: HXFLCHXDF 1KV 4G 4
- Cable Name 3: (empty)
- Cable Type 3: (empty)
- Busbar 1: =30BRA00
- Busbar 2: +30BRA
- Buttons: Save, Next

Kuva 18. Käyttöliittymän sivu riviliitin- ja kaapelitiedoille

Kun tiedot on täytetty ja tallennettu, voidaan siirtyä viimeiselle sivulle käyttöliittymässä. Viimeisellä sivulla on Document Delivery Sheetin täydennys osio ja uusien tiedostojen nimeäminen ja luomisosio. Tässä saadaan täytettyä vielä oleellinen informaatio Document Delivery Sheettiin mitä ei ole aikaisemmilta sivuilta tullut. Kun halutut tiedot on tallentanut, on jäljellä enää uusien tiedostojen luominen. Se tapahtuu antamalla tiedostolle haluamansa nimen ja painamalla painonappia kyseisen dokumentin luomiseen. Jokaisesta tallennus ja luonti painonapista painettaessa tulee vielä hyväksyntä ikkuna, jolla voidaan perua toteutus tai hyväksyä se, joka on esitettyä kuvassa 19. Näin vältetään vahinko klikkauksilta ja samalla varmistetaan, että on varmasti täytetty kaikki haluttavat uudet tiedot. Kun hyväksyy uuden tiedoston luonnin, niin käyttöliittymä luo tiedoston aiemmin määritettyyn kansioon.

Information for Documents / Document Delivery Sheet

File Name with Extension	HMDM20-K2(FI).pdf;HMDM20-K2(FI).drw	Author Name	Setälä Tomi
Document Title	400 V AC uninterruptible power supply switchgear for 2 h UPS, NI division 1, OIL PP2 KAA10 AA006	Author Email	
Confidentiality	RESTRICTED	Document Revision	91-1VU
DCC-Code	EFS	Revision Date	2024-11-13
Document Kind	Circuit diagram		

Save & Create New Documents

Document Delivery Sheet Name	HMDM20_DDS	Create New Document Delivery Sheet
Generation List Name	HMDM20_Test4	Create New Generation List

Previous

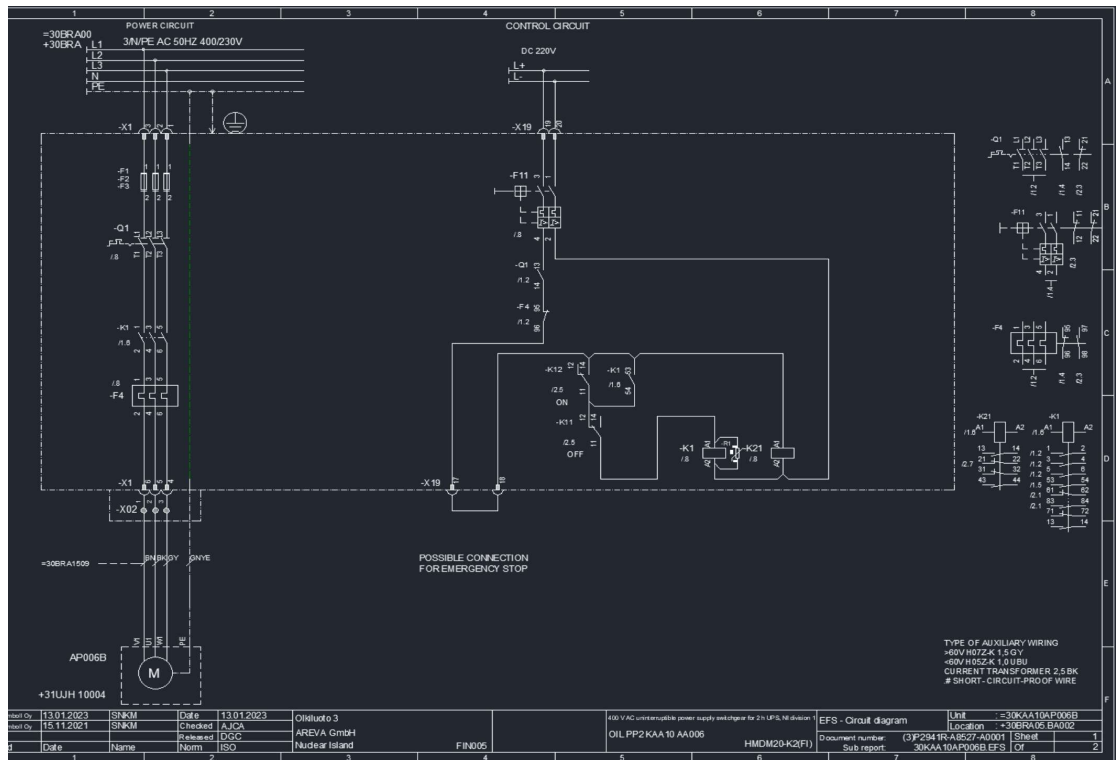
Back to Entry Sheet

Kuva 19. Käyttöliittymän viimeinen sivu uusien tiedostojen luontiin

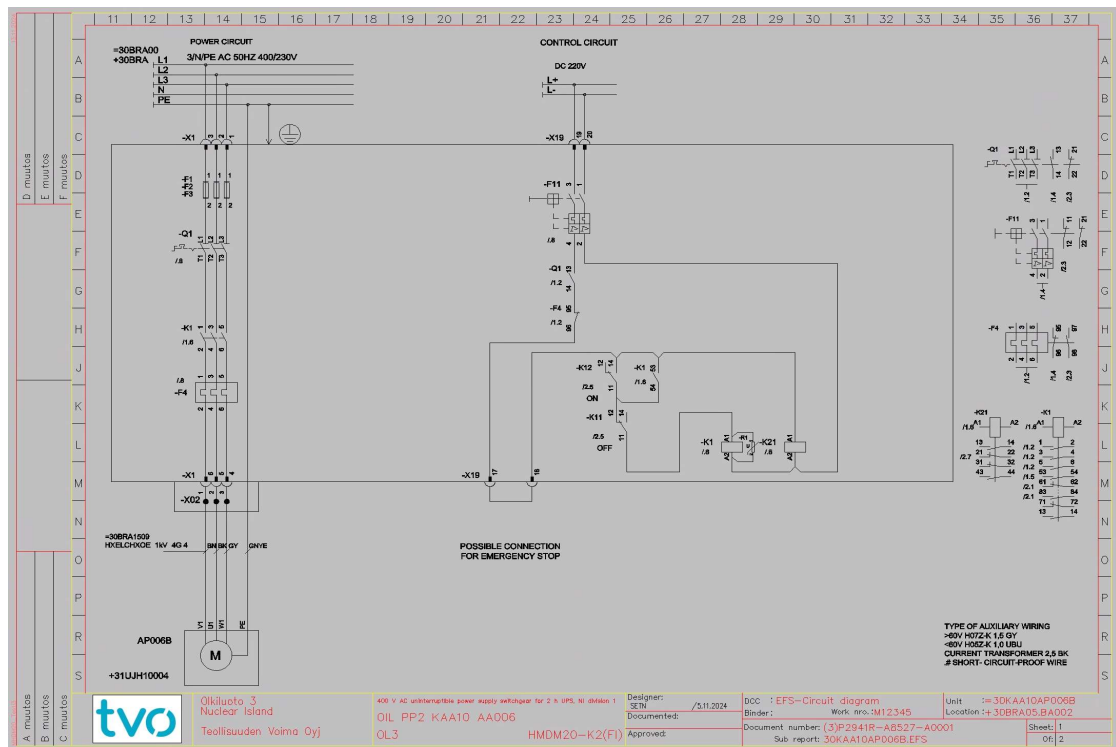
Kun uusi generointilista ja Document Delivery Sheet on luotu, voidaan mennä CADMATIC Electricalissa luomaan uusi kuva modulaarisen generoinnin avulla. Tämän saa toteutettua luvun 6.3 toteutuksen avulla. Avataan aluksi Database-työkalu, johon tehdään uusi projekti. Annetaan perustiedot ja kansio-polku, josta ohjelma löytää pohjakuva kansiot. Tämän jälkeen mennään "toiminnot" sivulta löytyvään "modulaarinen generointi"-ominaisuuteen. Tästä aukeaa uusi ikkuna, jossa toteutetaan modulaarinen generointi antamalla uuden Excel generointilistan ja valitsemalla löytynyt moduuli ja painetaan "Generoi". Näin ohjelma luo annetuilla tiedoilla uuden piirikaaviokuvan.

8.2 Tulokset

Modulaarisen generoinnin jälkeen voidaan tarkastella uutta piirikaaviokuvaa ja verrata sitä alkuperäiseen versioon. Tässä toteutuksessa tehtiin yhteen tiedostoon kaksi piirikaavio kuvaa, joiden katselmointia voidaan vaihdella "page up" ja "page down" napeilla, jolloin sivun saa vaihdettua. Kun vertaillaan alkuperäistä kuvaa uuteen generoituun kuvaan, on toteutus onnistunut. Kaikki oleellinen informaatio on siirtynyt toteutuksen mukana ja on lisätty muutamia uusia tietoja, kuten kaapelityyppi ja raamin tietoja lisätty. Raameissa olevat tiedot ovat hieman erikohdissa vanhassa ja uudessa raamissa, koska raamit ovat erilaiset rakenteeltaan. Raamien tiedot ovat kuitenkin samat. Piirikaaviokuvaan on päivittynyt tagien tilalle halutut tiedot laitteille. Kuvassa 20 on esitetty vanhan piirikaaviokuvan ensimmäinen sivu ja kuvassa 21 on puolestaan esitetty uuden generoidun piirikaaviokuvan ensimmäinen sivu.



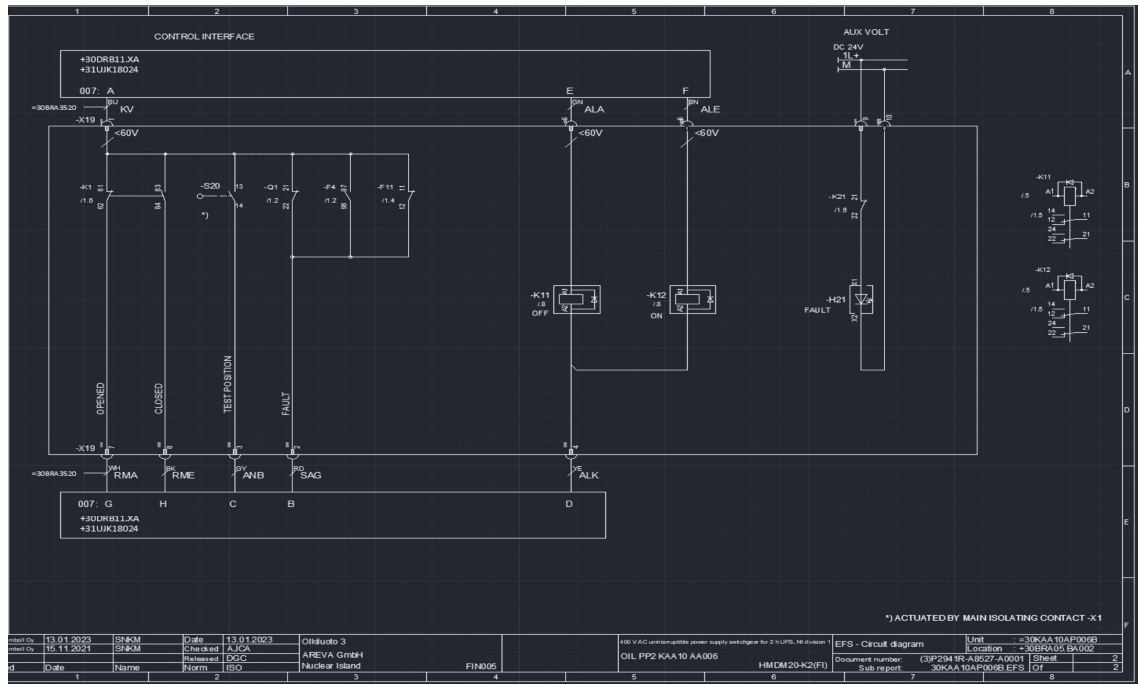
Kuva 20. Vanha AutoCAD piirikaaviokuvan ensimmäinen sivu



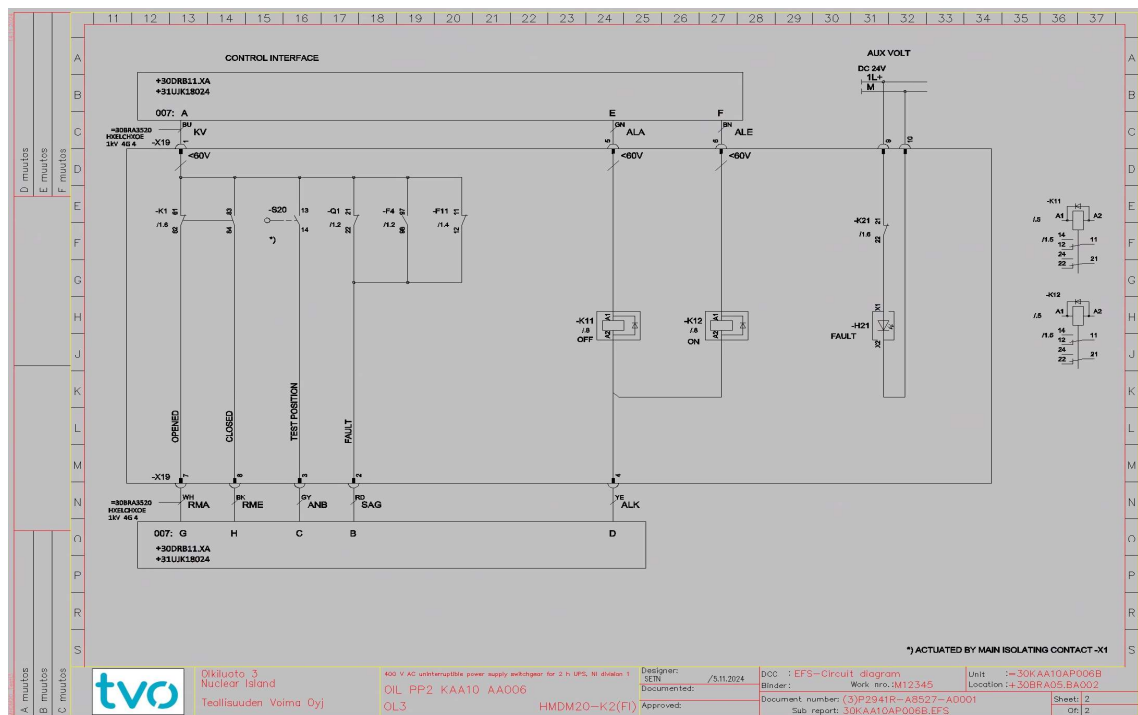
Kuva 21. CADMATIC:ille generoidun piirikaaviokuvan ensimmäinen sivu

Seuraavaksi tarkasteltiin vielä piirikaaviokuvan toinen sivu. Myös toiselle sivulle oli tullut kaikki haluttu uusi tieto raameihin ja piirikaaviokuvaan. Kuvassa

22 on esitettyä vanhan piirikaaviokuvan toinen sivu ja kuvassa 23 on esitettyä uuden generoidun piirikaaviokuvan toinen sivu. Vielä lopuksi voidaan tulostaa valmiista piirikaaviokuvasta pdf-tiedosto luvussa 7 esitettyllä menetelmällä.



Kuva 22. Vanhan AutoCAD piirikaaviokuvan toinen sivu



Kuva 23. CADMATIC:ille generoidun piirikaaviokuvan toinen sivu

9 YHTEENVETO JA POHDINTA

Työn tarkoituksena oli kehittää modulaarista generointia tyyppiiriikaavioiden pohjalta. Työssä kehitettiin toimintamalli, jolla saadaan luotua uusia piirikaaviokuvia modulaarisen generoinnin avulla, sekä käyttöliittymällä tehtyä vaadittavat dokumentit dokumentaatioprosessin tietosisältövaatimukset täyttävästi. Toteutettu toimintamalli nopeuttaa ja tehostaa suunnittelu- ja dokumentaatio-työtä. Toimintamallilla saadaan prosessin manuaalista osuutta automatisoitua ja pienennettyä virheriskiä aineistojen luonnissa. Näin saadaan aineistojen tietojen puutteellisuutta ja korjaustoimenpiteitä vähennettyä. Tämä vaatii kuitenkin alkupanostuksen pohjakuvien luonnissa, jonka jälkeen niitä voidaan hyödyntää tulevaisuudessa toteutettavien aineistojen luonnissa. Käyttöliittymällä saadaan luotua moninaisia ja kattavia aineistokokonaisuuksia suunnittelun ja dokumentaation näkökulmasta. Isommissa aineistoissa tosin laajentamisen varaa on käyttöliittymässä, kuten lisää valinnan mahdollisuuksia, sekä ”tietopankkien” laajentaminen.

Tulevaisuuden kehityskohteita käyttöliittymässä ja toimintamallissa on kenttä-laitteiden generointi eli laitteita voidaan luoda myös tarpeen mukaan piirikaaviokuvaan. Tämä vaatii pohjakuvan pilkkomista pienempiin osiin tai moduuleihin, joka on mahdollista toteuttaa, mutta vaatii työpanostuksen pohjakuvien luonnin osalta. Myös tämän toteutuksen jälkeen toimintamallin laajentaminen kattamaan myös kytkentäkaavioiden (Terminal diagram) luomisen. Käyttöliittymään voitaisiin lisätä mahdollisuus luoda automaattisesti kilpilistoja, kun tehdään uusia kuluttajia piirikaavioihin. Tämä voisi toimia hyvin samanlaisella menetelmällä, kun luodaan generointilista tai Document Delivery Sheet. Käyttöliittymän ”tietopankkeja” voitaisiin jatkossa hakea suoraan dokumenttienhallintajärjestelmästä tai myös omalta palvelimeltaan. Tätä mietittiin työn alkupuolella, mutta se osoittautui haastavaksi tällä aikataululla ja sen toteutus kuuluu toiselle organisaatiolle, sekä järjestelmään on tulossa myös muutoksia, jotka voivat tämän tulevaisuudessa mahdollistaa. Edellä mainittujen lisäysten jälkeen saadaan luotua vielä laajempia aineistokokonaisuuksia samalla toimintamallilla ja yhdistettyä ne osaksi yhtä prosessia.

Opinnäytetyön toteutus oli itselleni opettavainen prosessi ja tarjosi sopivasti haasteita. Opinnäytetyötä tehdessä pääsi kertaamaan AutoCAD:in käyttöä ja opettelemaan vielä syvällisemmin CADMATIC Electricalin käyttöä ja sen moninaisia toimintoja, kuten Database-työkalua ja modulaarinen generointi ominaisuutta. Myös pääsi syvällisemmin tutustumaan sähkösuunnittelu- ja dokumentointiprosessiin ja työssä käytettäviin moninaisiin tietokantoihin ja järjestelmiin. Lisäksi pääsi saamaan hieman lisää kosketuspintaa koodaamiseen ja makrojen tekoon. Koodia kirjoittaessa ei pystynyt suoraan käyttämään olemassa olevia koodeja, vaan usein tarvitsi soveltaa, jotta saatiin käyttöliittymän toiminnallisuus toimimaan. Tämän opinnäytetyön toimintamalli ja käyttöliittymä antavat laajat mahdollisuudet tulevaisuuden jatkokehitykselle kattamaan vielä suurempia kokonaisuuksia.

LÄHTEET

- CADMATIC Oy. (2020). Makron. Haettu 26.9.2024 osoitteesta <https://www.cadmatic.com/fi/process-and-industry/references/makron/>
- CADMATIC Oy. (2024a). CADMATIC Electrical prosessiteollisuudelle. Haettu 10.9.2024 osoitteesta <https://www.cadmatic.com/fi/ratkaisut/sahkosuunnittelu/cadmatic-electrical-prosessiteollisuudelle/>
- CADMATIC Oy. (2024b). CADMATIC Electrical rakennusteollisuudelle. Haettu 10.9.2024 osoitteesta <https://www.cadmatic.com/fi/ratkaisut/sahkosuunnittelu/cadmatic-electrical-rakennusteollisuudelle/>
- CADMATIC Oy. (2024c). Yritys. Haettu 10.9.2024 osoitteesta <https://www.cadmatic.com/fi/yritys/>
- Encyclopedia Britannica. (2024). Microsoft Excel. Haettu 15.10.2024 osoitteesta <https://www.britannica.com/technology/Microsoft-Excel>
- Hakkarainen, E. (2024). SmartPlant Electrical suunnittelutoimintojen siirtäminen CADMATIC-järjestelmään [AMK-opinnäytetyö, Vaasan Ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202404237223>
- Jokela, A. (2019). CADS Käyttöohje (Workspace versio). Olkiluoto. [rajattu saatavuus].
- Jokela, A. (2020). CADMATIC-ohjeistus ja käyttöönotto. [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan Ammattikorkeakoulu]. Olkiluoto. [rajattu saatavuus].
- Kenton, W. (2024). Visual Basic for Applications (VBA): Definition, Uses, and Examples. Haettu 22.10.2024 osoitteesta <https://www.investopedia.com/terms/v/visual-basic-for-applications-vba.asp>
- Korsman, S. & Maikola, J. (4.9.2024). Opinnäytetyön lähtötiedot. Henkilökohmainen keskustelu. Olkiluoto.
- Lauttamus, O. (2018). Piirikaavioiden generointi. [AMK-opinnäytetyö, Vaasan Ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201805199070>
- Minkkinen, R. (2024). Sähkökuvien modulaarinen generointi. [AMK-opinnäytetyö, Metropolia Ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202404096092>
- SFS-EN 61355-1:2008. (2008). Laitosten, järjestelmien ja tuotteiden dokumentaation luokittelu ja tunnukset. Osa 1: Säännöt ja luokittelutaulukot. Suomen Standardisoimisliitto. <https://online.sfs.fi/>

Syvänen, S. (2014). KKS-koodausjärjestelmän soveltaminen Alfa Laval Aalborg Oy:n PI-kaavioihin. [AMK-opinnäytetyö, Satakunnan Ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014120518695>

Teollisuuden Voima Oyj. (2023). Talous ja rahoitus. Haettu 16.9.2024 osoitteesta <https://www.tv.o.fi/yhtio/talousjarahoitus.html>

Teollisuuden Voima Oyj. (2024a). OL1 ja OL2. Haettu 16.9.2024 osoitteesta <https://www.tv.o.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol1jaol2.html>

Teollisuuden Voima Oyj. (2024b). OL3. Haettu 16.9.2024 osoitteesta <https://www.tv.o.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3.html>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019). Ihmiseen kohdistuvan tutkimuksen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa. TENK. <https://tenk.fi/fi/ohjeet-ja-aineistot>

Vgbe. (n.d.) Labelling Systems. Haettu 12.9.2024 osoitteesta <https://www.vgbe.energy/en/identification-system/>