

Tommi Saarinen

AUTOMAATION HYÖDYNTÄMINEN  
KESKUSVALMISTUKSESSA JA -SUUNNITTELUSSA

Sähkö- ja Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
2019



# AUTOMAATION HYÖDYNTÄMINEN KESKUSVALMISTUKSESSA JA SUUNNITTELUSSA

Saarinen, Tommi  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Tammikuu 2019  
Sivumäärä: 45  
Liitteitä: 5

Asiasanat: suunnittelu, sähkökeskus, piirikaavio, layout, EPLAN, CADs

---

Sähkökeskuksen tuotantomarkkinat ovat nykyisin todella kilpailutettua toimintaa ympäri maailman. Yritykset pyrkivät tällä hetkellä nopeampaan ja kustannustehokkaampaan toimintaan, jotta he säilyttäisivät kilpailukykyä markkinoilla. Siksi moni investoi suunnitteluohjelmiin ja laitteisiin, jotka nopeuttaisivat keskustuotantoprosessia. Investoinneilla varmistetaan kilpailukyky markkinoilla, kun pystytään tuottamaan nopeammin ja laadukkaampia keskuksia.

Sähkösuunnitteluohjelmat kehittyvät kovaa vauhtia ja tavoitteena on saada mahdollisimman paljon dokumentaatiota yksinkertaisilla tavoilla. Hyvät suunnitteluohjelmat luovat prosessista nopeaa ja kustannustehokasta. Kun olemassa on suunnitteluohjelmia, jotka pystyvät kommunikoimaan eri automaattityöstökoneiden kanssa, on mahdollista saada tuotannosta kustannustehokkaampaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia sähkökeskusvalmistuksen sekä sähkökeskussuunnittelun nykytilaa ja kehittymismahdollisuuksia. Sekä millä tavoin mahdollisesti automaatiota voisi paremmin hyödyntää keskussuunnittelussa ja kokoonpanossa Gistele Oy:ssä. Opinnäytetyön ensimmäisessä osassa tarkoituksena oli tutkia, miten voisi paremmin hyödyntää nykyistä CADs-suunnitteluohjelmaa. Työn toisessa osassa oli tarkoitus tutkia ja opetella, miten EPLAN-suunnitteluohjelmaa käytetään ja mitä lisähyötyjä ohjelma voisi tuoda sähkökeskustuotantoon. Tällä hetkellä Gistele Oy:n käytössä on CADs-suunnitteluohjelma, joka ei tuo tarvittavaa dokumentaatiota ilman suurta lisätyötä. Työn kolmannessa osassa työssä tutustuttiin Rittal:in automaattityöstökoneisiin ja niiden tuomiin hyötyihin.

Automaation lisäämisellä ja paremmalla hyödyntämisellä, tuloksena oli suunnittelu- ja kokoonpanoajan lyhentäminen Gistele Oy:n keskusvalmistuksessa. Tavoitteisiin päästään, kun investoidaan EPLAN-suunnitteluohjelmaan ja mahdollisesti Rittal-automatitityöstökoneisiin. Pidemmällä aikavälillä investoinnit maksavat itsensä takaisin ja näin vältetään yksinkertaisilta virheiltä, jotka maksavat rahaa. Nämä asiat varmistavat myös, että olemme vielä kilpailukykyinen yritys tulevaisuudessa.

# UTILIZING AUTOMATION FOR ELECTRICAL CENTER MANUFACTURING AND ELECTRICAL CENTER DESIGN

Saarinen, Tommi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Program in Electrical and Automation Engineering

January 2019

Number of pages: 45

Appendices: 5

Keywords: design, electrical center, circuit diagram, layout, EPLAN, CADS

---

The electrical distribution cabinet production market is currently a truly competitive activity around the world. Companies are currently striving for faster and more cost-effective operations to remain competitive on the market. That's why many companies invest in design programs and devices that speed up the electrical distribution cabinet production process. Investments will ensure competitiveness in the marketplace through faster and higher quality electrical distribution cabinets.

Electrical design programs are developing at a rapid speed and the goal is to get as much documentation as possible in simple ways. Good design programs make the process fast and cost-effective. When there are design programs which can communicate with different automated machine tools, it is possible to make production more cost-effective.

The purpose of the thesis was to investigate the current state of development and development possibilities of electrical distribution cabinet manufacturing, as well as electrical distribution cabinet design. And how could automation be better utilized in planning and assembly at Gistele Oy. The first part of the thesis was designed to explore how to make better use of the current design program CADS. The second part was to study and learn how to use EPLAN design program and what additional benefits the program could bring to electrical distribution cabinet production. The CADS design program does not provide the required documentation without much additional work. In the third part, Rittal's automated machine tools and their benefits were introduced.

The aim of increasing automation and better utilization was to shorten design and assembly time for Gistele Oy electrical distribution cabinet manufacturing. It is possible to achieve these goals by investing in EPLAN design program and possibly Rittal automated machine tools. In the long run, the investments cost themselves back and we avoid the simple mistakes that cost money. We also make sure that we are still a competitive company in the future.

## SISÄLLYS

MÄÄRITELMÄT .....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 WERMUNDTSEN OY.....	9
2.1 Wermundsen konserni .....	9
2.2 Gistele Oy Turku.....	10
2.3 Wexon Oy .....	11
2.4 Solotop Oy .....	11
3 SÄHKÖKESKUSTUOTANTO .....	12
4 CADS .....	13
4.1 CADS Electric .....	14
4.1.1 Keskuskaaviosuunnittelu .....	15
4.1.2 Piirikaaviosuunnittelu.....	17
4.1.3 Layout-suunnittelu.....	20
4.2 CADS:in tehokkaampi hyödyntäminen keskussuunnittelussa.....	22
4.2.1 Keskuskaaviosuunnittelun tehostaminen.....	22
4.2.2 Keskuslayoutin suunnittelun tehostaminen .....	23
5 EPLAN .....	25
5.1 EPLAN Electric P8 .....	26
5.1.1 Projektin luonti ja asetukset.....	27
5.1.2 Makrot.....	27
5.1.3 Data Portal.....	29
5.1.4 Piirikaaviosuunnittelu .....	31
5.1.5 2D ja 3D layout-suunnittelu. ....	32
5.1.6 Raportit ja tulostaminen .....	33
6 AUTOMAATTITYÖSTÖKONEIDEN HYÖDYNTÄMINEN .....	35
6.1 Rittal Configuration System .....	35
6.1.1 Kotelo-/kaappijärjestelmän valinta.....	35
6.1.2 Lisävarusteet ja muutokset .....	36
6.1.3 Määrittelyt ja tilaus .....	37
6.2 Rittal Perforex LC 3030-3D laserkeskus .....	38
6.2.1 Etuja ja ominaisuuksia.....	38
6.2.2 Mahdollinen käyttö Gistele Oy:ssa .....	39
7 YHTEENVETO .....	40
LÄHTEET.....	42

## LIIITEET

## MÄÄRITELMÄT

CAD: Computer aided design, tietokoneavusteinen suunnitteluohjelma.

CAE: Computer aided engineering, tietokoneavusteinen suunnitteluohjelma, tarkoitettu monimutkaisimpiin simulointia vaativiin suunnitelmiin.

Nousukaavio: Tarkoitetaan, pääkaavio/keskuskaavion piirtämistä. Hyvin suunniteltu nousukaavio antaa kokonaiskuvan keskuksen komponenteista ja niiden tiedoista.

Kaavion tarkoitus ei ole esittää komponentin kytkentäpisteitä tai virtapiirin ohjauksia.

Piirikaavio: Tarkoitetaan piirustusta, jonka tarkoitus on kuvata komponenttien kytkemisen toisiinsa viivojen ja symboleiden tai piirrosmerkkien avulla. Piirikaavioiden avulla voidaan esittää osajärjestelmää, järjestelmää, laitetta tai asennusta sähköteknisessä muodossa. Tarkoituksena on ymmärtää ja kuvata laitteen toimintaa komponenttitasolla.

Virtapiiri: Virtalähteiden, komponenttien, johtimien ja sähkölaitteiden muodostama sähkövirran kulkureitti.

Virtakisko: Virtakiskoilla tarkoitetaan johdonsuojakatkaisijoiden yhdistyskiskoa, jolla voidaan liittää johdonsuojakatkaisijoiden ensiöpuoli virtapiiriin.

Layout, leiska: Komponenttien sijoituskuva suunnitelmassa tai yleisesti kokonaisuus kuvasta.

IP-luokitusjärjestelmä: Euroopassa käytössä oleva järjestelmä sähkölaitteiden ja laitekoteloiden tiiviyyden määrittämiseksi. Luokitus kertoo laitteen suojauksen ulkoisia uhkia, kuten pölyä ja vettä vastaan.

Komponentti: Yleisesti rakenne tai kokonaisuuden osa.

Symboli: Komponentin tai kokonaisuuden piirroskuva sähkötekniisessä muodossa.

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia menetelmiä, joilla suunnittelua voisi tehostaa ja automaation hyödyntämistä Gistele Oy:ssä. Tavoitteena on parantaa nykyistä sähkökeskustuotantoa ja -suunnittelua kohti nykyaikaisempaa toimintatapaa kohti.

Tällä hetkellä Gistele Oy:ssä on pääkäytössä CADS-suunnitteluohjelma. Opinnäytetyötä tehdessäni selvitin millä tavoin CADS-suunnitteluohjelmaa pystyttäisiin hyödyntämään paremmin Gistele Oy:n keskustuotannossa ja -suunnittelussa. Lisäksi selvitin mitä hyötyä EPLAN-suunnitteluohjelma ja automaattityöstökoneet toisivat sähkökeskustuotannon tehostamiseksi.

Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Gistele Oy:n kanssa. Työn ensimmäisessä osassa esitellään, miten voisi paremmin hyödyntää nykyistä suunnitteluohjelmaa CADS:iä. Työn toisessa osassa esitellään, miten EPLAN-suunnitteluohjelmaa käytetään ja mitä lisähyötyjä ohjelma voisi tuoda sähkökeskustuotannon tehostamiseksi. Työn kolmannessa osassa esitellään Rittal'in automaattityöstökoneita ja niiden tuomia hyötyjä.



## 2 WERMUNDSSEN OY

### 2.1 Wermundsen konserni

Wermundsen Oy on elintarvike- ja tekniikanalan kauppakonserni. Wermundsen Oy maahantuo, valmistaa ja myy teknisiä komponentteja. Esimerkiksi kaupanalan laitteita vaakoja, ja tarvikkeita, elintarviketeollisuuden koneita sekä sähkö- ja automaatiokeskuksia. Konserni koostuu kolmesta eri yrityksestä, joiden pääliikealueita ovat teknisten komponenttien maahantuonti ja myynti, elintarviketeollisuus ja kaupan ala, sekä raskas- ja rakennusteollisuus. Konserni kuuluu markkinajohtajiin jokaiseen kuuluvalla liikealueella ja erityisesti panostaa tekniseen asiantuntemukseen sekä asiakastyytyvyyteen. Suomen lisäksi konsernilla on toimipisteitä Venäjällä ja Virossa. (Wermundsen Oy www-sivut 2019.)

Wermundsen Oy:n perusti AB D. J. Stork vuonna 1974, jolloin hän toi saman vuoden syksyllä yrityksen Suomeen Ruotsista. Alussa yrityksen sijainti oli Sipoossa, omakotitalon kellarissa ja toimi Oy Stork Ab:n nimellä. Tuohon aikaan ulkomaiset yritykset eivät saaneet omistaa koko osakekantaa kokonaan eikä myöskään ulkomainen henkilö voinut toimia yrityksen toimitusjohtajana. Niinpä Storkin toimitusjohtajana toimi suomalainen yksityishenkilö ja omisti 10 % osakekannasta. Palkattuun henkilökuntaan kuului aluksi vain yksi vakituinen henkilö sekä yksi puolipäiväinen sihteeri, joka hoiti käytännön asiat. Yritys lähti liikkeelle maahantuojana. Ensimmäiset yrityksen edustukset olivat Sirai Italiasta ja Trafag Sveitsistä. (Wermundsen Oy www-sivut 2019.)

Ruotsalainen omistaja halusi vetäytyä pois 90-luvun alussa aktiivisesta liiketoiminnasta ja sen hetkinen yrityksen henkilöstö osti enemmistöosuuden yrityksestä, ruotsalaisen omistajan jäädessä huomattavaksi vähemmistöomistajaksi. Uudeksi enemmistöomistajaksi tuli yrityksen toimitusjohtaja Reidar Wermundsen. Suomessa laman ollessa syvimmillään, yritys muutti Vantaalle vuonna 1994 suurempiin toimitiloihin. Aika oli Vantaalle voimakkaan kasvun aikaa. Uusia päämiehiä tuli yritykseen mukaan ja henkilökunnan lukumäärä kasvoi tuolloin noin viiteentoista henkilöön. Liikevaihto kasvoi noin 18 milj. markkaan. Ruotsalainen

vähemmistöomistaja vetäytyi vuonna 1997 kokonaan pois yrityksestä. Yritys muutti tällöin nimensä ja uudeksi nimeksi tuli Wexon Oy. 90-luvun lopussa yritys päätti muuttaa noin 1000:n neliön upouusiin toimitiloihin Kehä III:n kupeeseen Tuupakkaan. (Wermundsen Oy www-sivut 2019.)

2000-luvun alussa yrityksessä käynnistettiin ensimmäinen sukupolvenvaihdos, joka loppuunsaatettiin 2000-luvun puolella välissä, Reidar Wermundsen luopui enemmistöosuudestaan kolmen lapsensa hyväksi ja samoihin aikoihin Reidar Wermundsen luopui toimitusjohtajan paikastaan. Juha Wermundsen astui uudeksi toimitusjohtajaksi. Wermundsen Oy laajeni 2000-luvun lopulla ja Wexon Oy:n osti elintarviketeollisuuteen sekä PT-kauppaan erikoistuneen Solotop Oy:n Helsingistä, sekä sähkö- ja automaatiokeskuksia valmistavan Gistele Oy:n Turusta. (Wermundsen Oy www-sivut 2019.)

## 2.2 Gistele Oy Turku

Gistele Oy on Turussa sijaitseva yritys, joka valmistaa korkealaatuisia sähköjakelujärjestelmiä ja automaatiokeskuksia. Esimerkiksi rakennusteollisuuden, laitevalmistajien sekä raskasteollisuuden kuten laiva-, metalli-, energia- ja metsäteollisuuden tarpeisiin. (Gistele Oy www-sivut 2019.)

Yrityksen perustivat Gunnar ja Ismo Siilo vuonna 1979. Silloin toiminta pääasiassa keskittyi ohjauskeskusten valmistukseen. Nimi Gistele tulee Gunnar ja Ismo Siilosta. Aluksi toimitiloina oli pelkkä autotalli Liedossa, mutta vuonna 1985 Gistele muutti Tuulissuolle oman hallin valmistuttua. Yritys muutti 1994 nykyisiin toimitiloihin ja tuolloin henkilökuntaan kuului vain 15 henkilöä ja toimitilat kattoivat 500 m<sup>2</sup>. Yrityksen varsinainen kasvu alkoi 2000-luvulla. Gistele Oy työllistää noin 60 henkilöä tänä päivänä ja toimitilat kattavat 3400m<sup>2</sup>. Yrityksen tuotannosta 50% menee vientiin ympäri maailman. (Gistele Oy www-sivut 2019.)

Viime aikojen merkittävämpinä ratkaisuinä Gistele Oy on kehittänyt yhteistyössä Turun kaupungin kanssa markkinoiden edistyneimmän ratkaisun sähköisiä ylioppilaskokeita varten. YO-kokeiden suorittaminen Abinetilla on testatusti

turvallista ja helppoa. Hommasta tekee selkeää että, käyttöönotto on erittäin yksinkertaista, eikä vaadi juurikaan erityistä IT-osaamista. Yritys valmistaa vuodessa noin 1000 erilaista sähkökeskusta ja liikevaihto oli vuonna 2017 6.9 milj. €. Nykyisin Gistele Oy:n toimitusjohtajana toimii Juha Wermundsen ja vuodesta 2009 alkaen Gistele Oy on ollut osaksi Wermundsen-konsernia. (Gistele Oy www-sivut 2019.)

### 2.3 Wexon Oy

Wexon Oy on erikoistunut teknisten komponenttien myyntiin ja maahantuontiin. Toiminta kattaa Suomen lisäksi myös Venäjän ja Viron, joissa Wexon Oy:lla on omat toimipisteet. Wexon Oy:n tuotevalikoima kattaa laajasti mittauksen eri osa-alueet, prosessiteollisuuden ja teollisuusautomaation. Yritys tarjoaa myös suunnittelu- ja kokoonpanopalveluita yhteistyössä asiakkaiden kanssa. (Wexon Oy www-sivut 2019.)

### 2.4 Solotop Oy

Solotop Oy on suurin suomalainen vaakavalmistaja. Solotop Oy on valmistanut Crystal-vaakoja jo vuodesta 1975. Jatkuvan tuotekehityksen seurauksena Solotop Oy on onnistunut vakiinnuttamaan asemansa niin päivittäistavara-kaupan, tukkumyynnin kuin terveydenhuollon saralla. Solotop Oy:n toimialueisiin kuuluu päivittäistavara-kaupan ja elintarviketeollisuuden, logistiikan sekä terveydenhuollon koneet, laitteet ja ylläpitopalvelut. Yritys toimittaa elintarviketeollisuuden kokonaisratkaisut niin pieniin kuin suuriinkin tarpeisiin. (Solotop Oy www-sivut 2019.)

### 3 SÄHKÖKESKUSTUOTANTO

Sähkökeskustuotannon prosessi koostuu useasta eri vaiheesta. Tässä osiossa käydään läpi yksityiskohtaisesti, mitä vaiheita sähkökeskustuotannon prosessissa on ja mitä ne pitävät sisällään. (Liite 5 salassa pidettävä osuus 2019.)

**Liite 5 on salassa pidettävä, ja se on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liikesalaisuus. Salassapitoaika viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 18.5.2022.**

## 4 CADS

Tämän osion tarkoitus on paneutua keskusvalmistuksen näkökulmasta CADS:in perustietoihin ja yksityiskohtiin. Millä tavoin sitä voisi mahdollisesti hyödyntää enemmän Gistele Oy:n sähkösuunnittelussa.

CADS-suunnittelujärjestelmä on Suomen käytetyin ja laajin suunnittelujärjestelmä. Se on Kyndata Oy:n perustama ohjelmisto, jota on kehitetty tähän päivään saakka. Kyndata Oy on suomalainen IT-alan yritys, joka on toiminut suomessa jo vuodesta 1979 lähtien. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Kotkassa ja muita toimipisteitä on Vaasassa, Oulussa, Uusimaalla, Lahdessa ja Kuopiossa. Toimipisteitä löytyy myös muualta maailmalta, kuten Baltiasta, Liettuasta ja Virossa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2017 oli 4,5 milj. € ja tilakaudentulos oli 0,545 milj. €. Toimitusjohtajana toimii Jyrki Metsola. (CADS www-sivut 2019)

CADS tuotteisiin kuuluu:

- CADS Electric: Sähkö- ja automaatio-suunnittelu.
- CADS QM Pro: Määrälaskenta.
- CADS Ref: Kylmätekniiikka.
- CADS Mechanic: Konesuunnittelu.
- CADS Hepac: LVIA-suunnittelu.
- CADS PI: Prosessikaaviot.
- CADS Profile: Profiilirakenteiden suunnittelu.
- CADS House: Arkkitehti- ja rakennussuunnittelu.
- CADS GeoXY: Maanmittaus.
- CADS DM: Dokumenttienhallinta.

(CADS www-sivut 2019)

#### 4.1 CADS Electric

CADS Electric on monipuolinen valinta sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin. Esimerkiksi jakeluverkkojen, rakennus-, teollisuus ja automaatiojärjestelmien suunnitteluun, sekä keskusten layout-suunnitteluun. (CADS www-sivut 2019)

CADS Electric koostuu kolmesta eri versiosta, joita ovat Pro, Lite ja Standard. Yleisissä ominaisuuksissa ei juurikaan ole suuria eroavaisuuksia muuta kuin, että Pro version on mahdollista saada englanninkielisenä, sekä siinä keskitetty projektin tiedonhallinta ja monikäyttäjämahdollisuus. (CADS www-sivut 2019)

Ohjelmistojen sovelluksiin sisältyy:

- Piirikaaviot.
- Keskuslayout.
- Keskuskaaviot.
- Tasopiirustukset.
- Tietokantatyökalu.
- Taulukot.

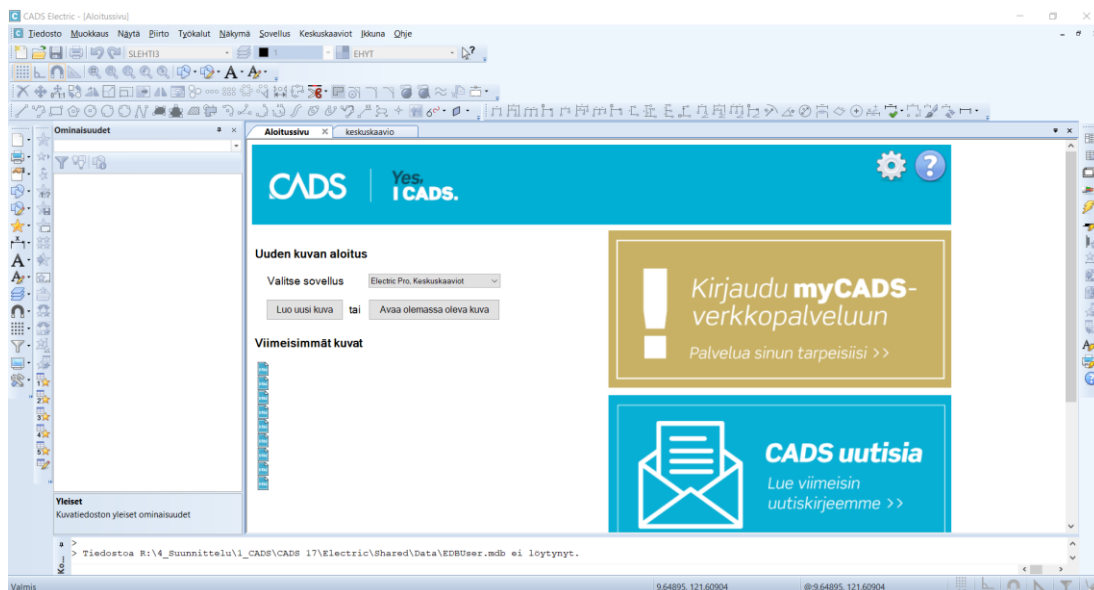
(CADS www-sivut 2019)

YLEISET OMINAISUUDET	PRO	STD	LITE
Täysin itsenäinen CAD-ohjelmisto	x	x	x
CAD-suunnittelun perustoiminnot (2D ja 3D)	x	x	x
Suomenkielinen	x	x	x
Englanninkielinen	x		
Keskitetty projektitiedonhallinta, monen käyttäjän tuki	x		
DRW-, DWG-, PDF- ja Excel-tiedostojen tuonti ja vienti	x	x	x
Tietomallipohjaisen IFC 2x3 -tiedoston tuonti	x	x	x
Rasterikuvien ja OLE-objektien tuki	x	x	x
Viitekuvien hallinta	x	x	x
Suosittelujen mukaiset erikieliset nimiöt ja piirustusohjat	x	x	x
Monipuoliset tulostustoiminnot mm. jonotulostus	x	x	x
Monipuoliset etsi ja korvaa -toiminnot	x	x	x
Unicode-tuki	x	x	x
Verkko- ja työasemalisenssit	x	x	x

Kuva 1. CADS Electric Pro, Lite, ja Standard yleiset ominaisuudet (CADS www-sivut 2019)

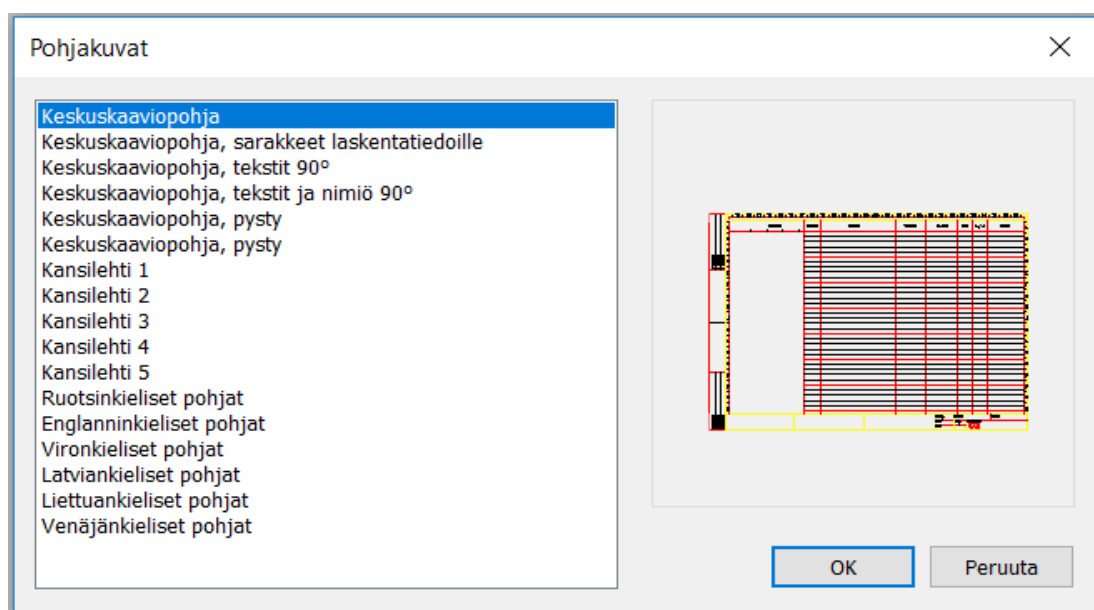
#### 4.1.1 Keskuskaaviosuunnittelu

Keskuskaaviosuunnittelu aloitetaan valitsemalla CADS-aloitusvalikosta ”luo uusi kuva” tai ”kuva- uusi käyttäen mallikuvaa”. Molemmat tavat ajavat samaa asiaa, mutta jos projektin sisällä haluaa tehdä uuden kuvan säilyttääkseen projektin nimiötiedot, silloin tulee valita ”kuva- uusi käyttäen mallikuvaa”. On myös mahdollista, että aloitusvalikosta voidaan avata myös valmiita kuvapohjia. Käyttäjä voi itse muokata kuvapohjat haluamansa näköisiksi. Tämä nopeuttaa selvästi työskentelyä, kun pohjia ei tarvitse mahdollisesti aina aloittaa alusta ja ne ovat nopeasti saatavilla.



Kuva 2. CADs aloitusvalikko (CADs Electric 2017)

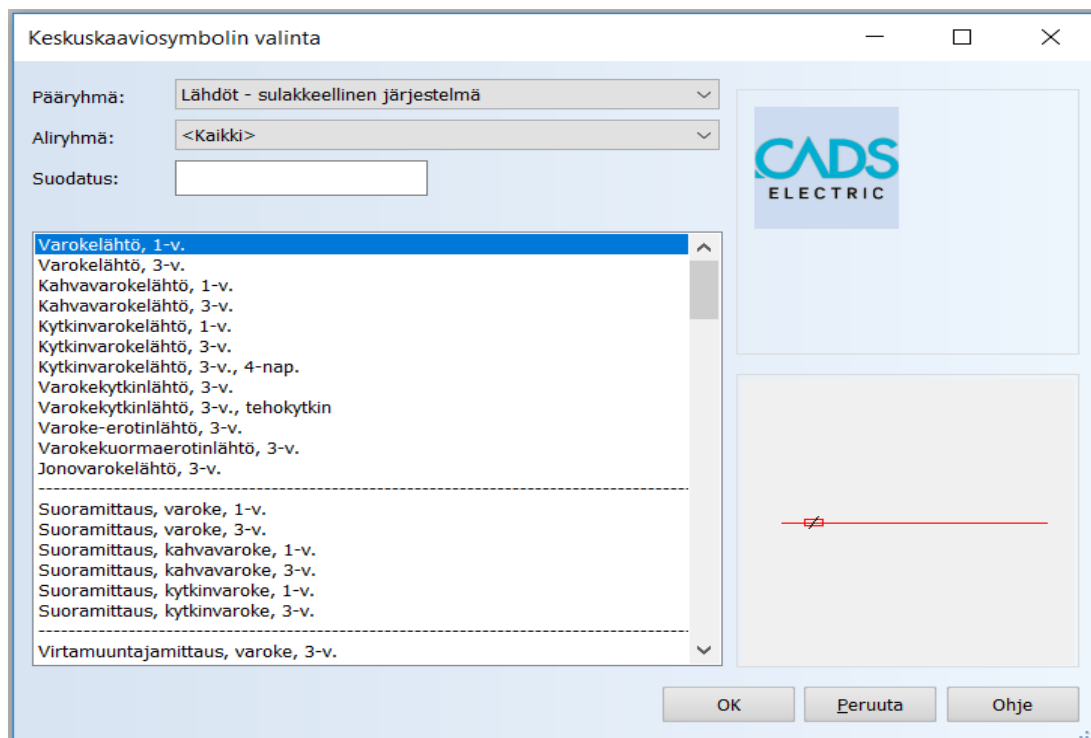
CADs-sovelluksessa on valmiita pohjia käyttäjille ja ne ovat todella nopeasti poimittavissa ”keskuskaaviopohjat”- kohdasta. Kaavioista löytyy kaikki tarpeellinen tieto, joita käyttäjä tarvitsee ja sen täyttäminen on todella nopeaa. Täyttäminen tapahtuu kohdasta ”keskuskaaviopohjien täyttö”. Nopeaksi sen tekee, että kaavion pystyy täyttämään pelkän näppäimistön avulla. Liikkuminen kaaviossa tapahtuu ”TAB”-näppäimen avulla ja sarake avataan ”ENTER”-painikkeen avulla.



Kuva 3. Valmiit keskuskaaviopohjat (CADs Electric 2017)



Symbolikirjasto on myös hyvin laaja. Käytännössä sieltä löytyy kaikki tarvittavat symbolit yksinkertaisen keskuskaavion luomiseen. Kohdasta ”keskuskaaviosymbolin valinta” pääset valikkoon, josta voit valita symbolin kaavion. Valikossa on myös suodatustoiminto, jolla voidaan rajata tietyt ryhmät käyttöön. Käyttäjä voi itse luoda symboleita ja tallentaa ne symbolivalikkoon.



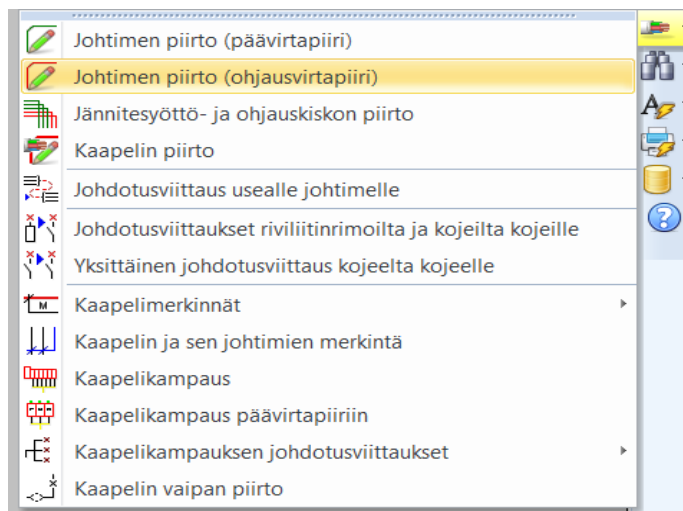
Kuva 4. Keskuskaaviosymbolit (CADs Electric 2017)

#### 4.1.2 Piirikaaviosuunnittelu

Piirikaavioiden suunnitteluun on luotu oma sovellus CADs:ssä. ”Piirikaaviot” sovelluksen voit avata kohdasta ”Sovellus-Valitse sovellus-Piirikaaviot”. Piirikaavioissa on myös fiksua käyttää valmiiksi laadittuja piirikaaviopohjia, jotta säästetään aikaa. Jos projekti on luotu tietokantapohjaisesti esimerkiksi asiakkaan toimesta, on mahdollista käyttää sille määritellyjä tietoja piirikaaviosuunnittelussa. Näitä tietoja voivat olla esimerkiksi kaapeli- ja komponenttitiedot.

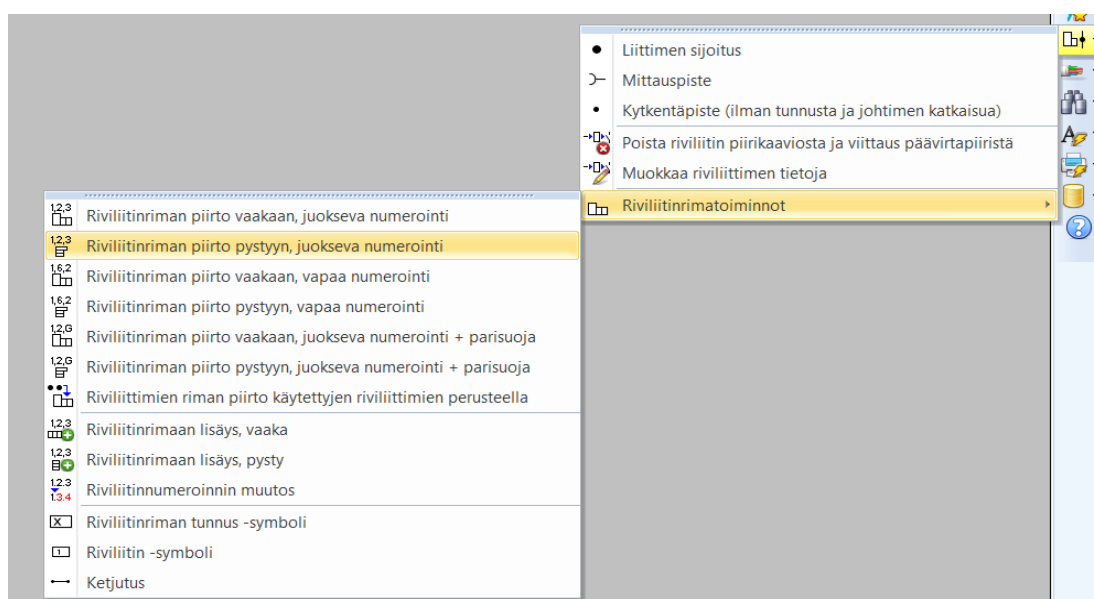
Johtimen piirto CADs:ssä tapahtuu ”johdotustoiminnot” -valikon kautta. Valikosta voit valita eri työkaluja piirikaavioiden päävirtapiirin tai ohjausvirtapiirin piirtoon. Johtimen piirroksessa voidaan valita, onko kyseessä päävirta- vai ohjausvirtapiiri. Näiden

toimintojen erona on piirretyn johtimen väri, mikä on käyttäjän muokattavissa haluamansa näköiseksi. Valikko pitää sisällään myös erilaisia toimintoja johdotusviittauksille ja kaapelin merkkauksille.



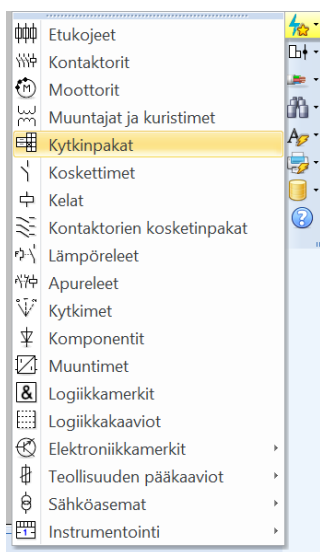
Kuva 5. Piirikaavion johdotustoiminnot (CADS Electric 2017)

Riviliitinten lisäykseen CADS on luonut monta tyyliä käyttäjälle valmiiksi. ”Riviliitintoiminnot” -valikon kautta käyttäjä voi valita itselleen sopivan riviliitintäysoiminon. On mahdollista lisätä liittimiä yksitellen kuvaan tai sijoittaa ne kaikki kerralla. Lisäyksen voi tehdä yksittäisinä pisteinä tai riviliitinrimana. Ohjelma myös muistaa riviliitinryhmät, jotka ovat aikaisemmin lisätty projektiin.



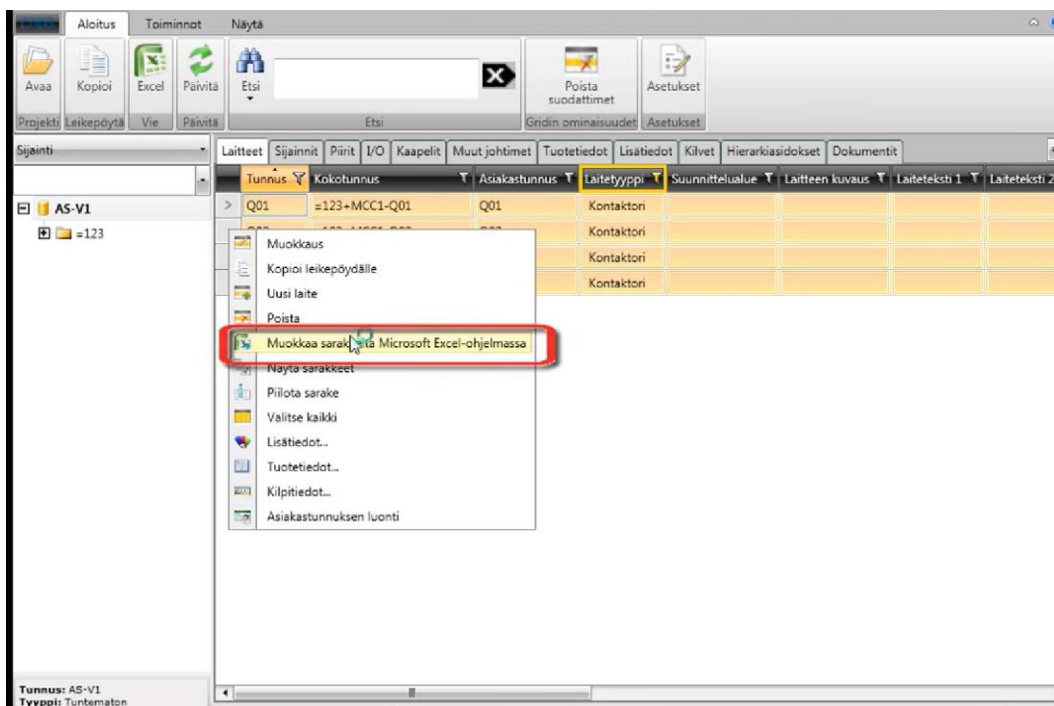
Kuva 6. Piirikaavion riviliitintoiminnot (CADS Electric 2017)

Symboleiden valinta tapahtuu valikosta ”symbolit”. Valikon alta löytyy laaja valikoima komponenttien symboleita, jotka ovat käyttäjälle valmiiksi asennettuna. Valikoihin on myös mahdollista tallentaa oma symbolikirjasto tai muokata valikot halutun näköiseksi. Oman symbolin piirtäminen on myös mahdollista piirtämällä se kokonaan itse ja tallentamalla, tai käyttämällä symbolikirjaston ”luo oma” -toimintoa tai ladata se mahdollisesti valmistajan verkkosivuilta.



Kuva 7. Piirikaavion symbolivalikko (CADS Electric 2017)

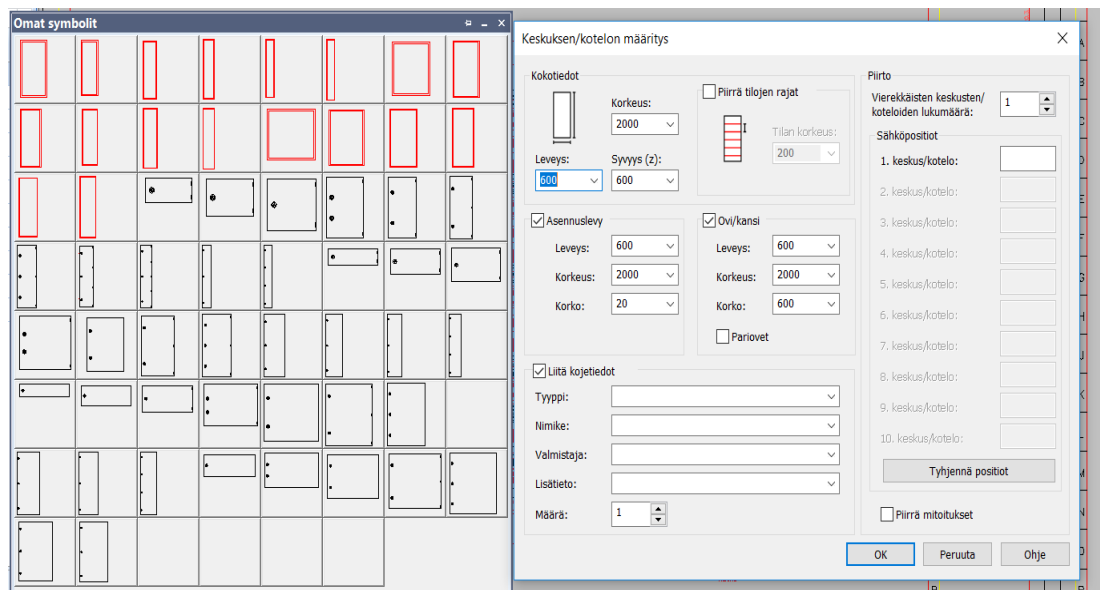
Massamuokkauksien tekeminen sujuu myös Excelin kautta. On mahdollista, että asiakas on luonut Excel-rakenteen projektin tuotetiedoista ja sen tuominen CADS:iin on vaivatonta import/export-toiminnon avulla. Tämä toiminto toimii myös toisin päin esimerkiksi, että CADS:tä tuodaan tieto Exceliin ja on muokattavissa siellä.



Kuva 8. Electric DB tietokantatyökalu (CADS Electric 2017)

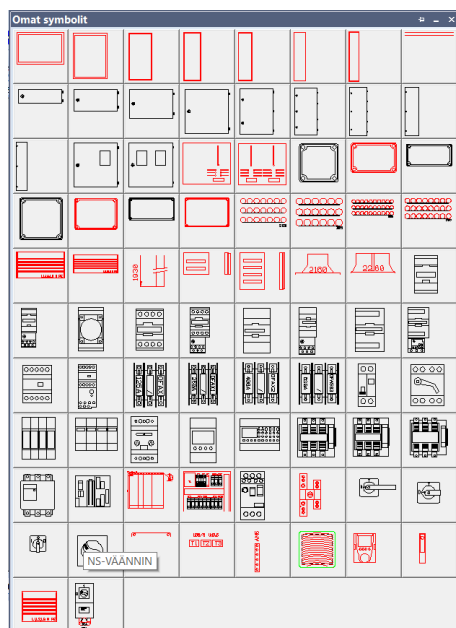
#### 4.1.3 Layout-suunnittelu

Layoutin piirto aloitetaan valitsemalla ”keskuslayout” -sovellus. Keskuksen pohja määritetään valikosta ”piirrä keskus/kotelo”. Valikon alta avautuu ikkuna, josta voidaan täyttää keskuksen tarkemmat tiedot. Esimerkiksi keskuksen koko, tyyppi ja valmistaja. Nopeuttaakseen layoutin piirtämistä on hyvä tallentaa keskuksien rungot valmiiksi ”omaan symbolivalikkoon”, josta ne ovat nopeasti saatavilla mahdollista seuraavaa layoutia varten. Tämä säästää huomattavasti aikaa seuraavan layoutin piirtoa varten.



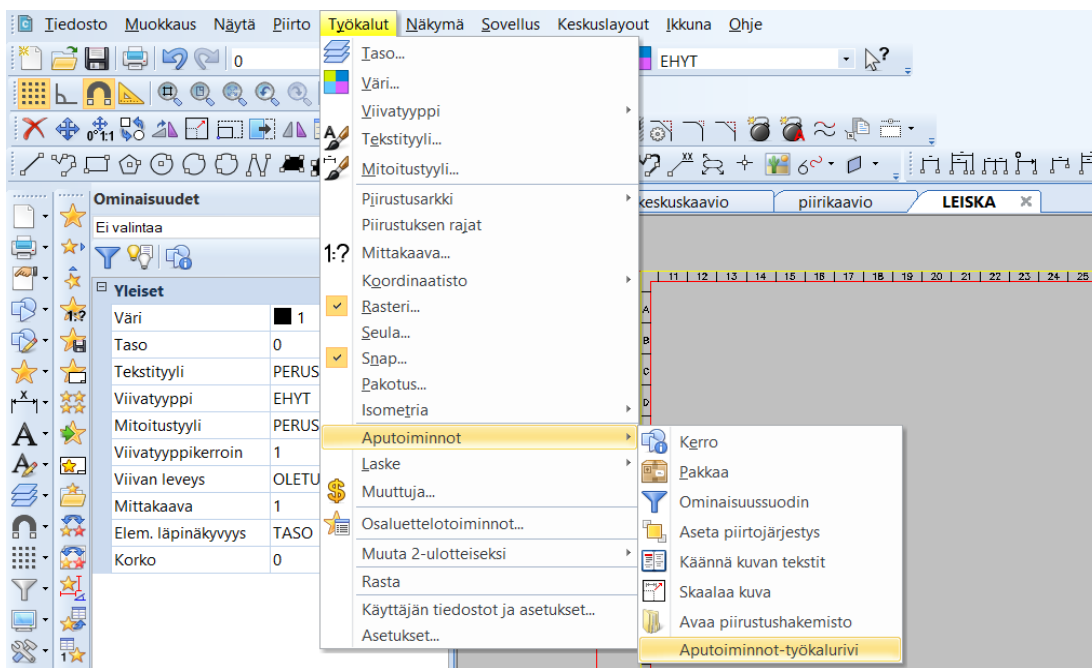
Kuva 9. Keskuslayoutin omat symbolit ja keskuksen/kotelon määrittäminen (CADS Electric 2017)

Keskusten komponenttien sijoitus tapahtuu ”kojeet” -valikosta. Valikon sisältä voidaan valita komponentin tyyppi, koko, valmistaja, määrä ja täyttää mahdolliset lisätiedot. Tyypillisesti komponenttien sijoittaminen tapahtuu ”oman symbolivalikon” kautta. Komponenttivalikoita tulee näkyviin kerralla enemmän, joka nopeuttaa oikean komponentin valitsemista. ”Oma symbolivalikko” on käyttäjän muokattavissa, jossa on mahdollista muokata symboleiden kuvakkeiden kokoa ja määriä.



Kuva 10. Keskuslayoutin ”omat symbolit” -kojeivalikko (CADS Electric 2017)

”Työkalut” -valikosta saadaan tarpeelliset työkalut käyttöön, kuten esimerkiksi mittaus työkalut, snap ja rasteriasetukset. Käyttäjän on helppo muuttaa pikavalikoiksi työkaluja, jolloin työkalut ovat nopeammin käytettävissä. Layout-suunnittelussa oleellisimmat työkalut ovat, omat symbolihakemistot, piirtotoiminnot, mittatyökalut ja tekstin kirjoittaminen.



Kuva 11. Keskuslayout-työkaluvalikko (CADS Electric 2017)

## 4.2 CADS:in tehokkaampi hyödyntäminen keskussuunnittelussa

Tämän osion tarkoitus on tutkia, millä tavoin olisi mahdollista hyödyntää enemmän CADS Electric suunnitteluohjelmaa Gistele Oy:n keskusvalmistuksessa. Osiossa käydään läpi, kuinka tehostaa keskuskaavioiden ja layoutin suunnittelua.

### 4.2.1 Keskuskaaviosuunnittelun tehostaminen

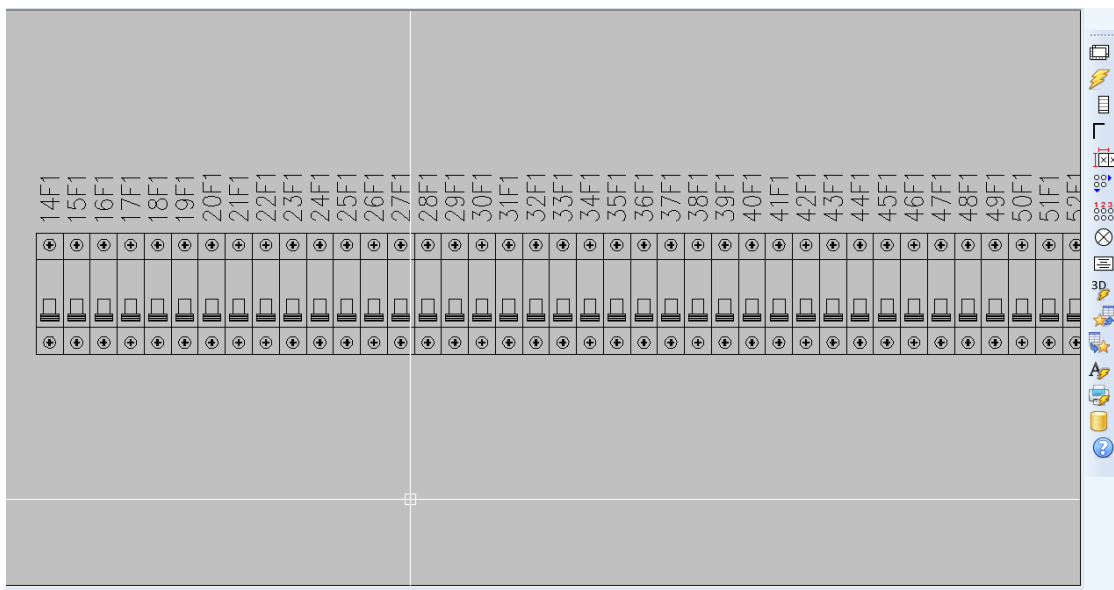
Keskuskaaviosuunnittelun tehostaminen on mahdollista, kun keskuskaaviot piirretään itse ja luodaan data symboleiden taakse. Datalla tarkoitetaan sitä, että jokaiselle keskuskaaviosymbolille olisi tyypitetty oma layout-symboli tai tuotetieto. Kun

symboleilla on data tyypitetty, on ne mahdollista tuoda suoraan layout-kuvaan. Jos keskuskaaviot ovat asiakkaan toimittamat, mahdollista ”datan hyödyntämistä” on vaikeampi tai mahdoton toteuttaa. Vaikeaksi tekee sen, että ei ole yhtenäistä tuotetietokantaa komponenteille. Esimerkiksi jos asiakkaalla olisi kyseisestä kohteesta laadittu tasopiirustus ja siihen merkitty keskuksien ryhmätiedot, olisi mahdollista tuoda suoraan ryhmien tiedot keskuskaaviopohjaan. Yleensä kuitenkin vastaavanlaisissa tapauksissa asiakas piirtää keskuskaaviot itse, kun ne ovat suoraan tulostettavissa tasopiirustuksen perusteella.

#### 4.2.2 Keskuslayoutin suunnittelun tehostaminen

Mielestäni keskuslayoutin suunnittelussa noin puolet ajasta kuluu ryhmätunnusten numerointiin. Jokainen ryhmätunnus joudutaan kirjoittamaan yksitellen tekstinä ja siirtyminen seuraavaan tunnuksen tapahtuu hiirellä painamalla. On selvää, että tähän kuuluu turhaa aikaa paljon ja inhimillisiä virheitä saattaa sattua helposti.

Oman symbolin tallentaminen ”kojeet” -valikkoon toisi mahdollisuuden juoksevan numeroinnin laatimiseen. ”Kojeet” -valikossa CADs:in omat symbolit eivät sisällä mitään dataa, vaan jokainen symboli joudutaan määrittämään itse. Esimerkiksi johdonsuojakatkaisijan sijoittamisessa joudut määrittämään komponentin koon x- ja y-suunnassa, eikä sille ole valmiiksi annettuja standardimittoja. ”Kojeet” -valikko sisältää sijoitettavien komponenttien lukumäärän, sekä mikä on sijoitettavan komponentin ensimmäinen numero. Tämän toiminnon avulla olisi mahdollista tulostaa oikea määrä komponentteja kerralla ja numerointi tapahtuisi automaattisesti. Kun olemassa olisi oma symboli ja sille määrätty mitat vältyttäisiin mahdollisilta virheiltilta ja komponenttien sijoittaminen olisi nopeaa ja tehokasta.



Kuva 12. Keskuslayout-komponenttien sijoittaminen juoksevilla numeroinnilla (CADS Electric 2017)

Keskuskaaviossa määritettyjen komponenttien tuominen layout -kuvaan ei ole mahdollista. Jos keskuskaavio-symboleille on luotu tunnus, on myös mahdollista tuoda keskuskaavion tiedot layout-kuvaan. Tuomalla keskuskaavion tiedot layoutiin ne sijoittuvat projektipuuhun yksitellen. Kun tiedot ovat projektipuussa, tiedot ovat suoraan sijoitettavissa layout-kuvaan.



## 5 EPLAN

Tämän osion tarkoitus on tutkia EPLAN-suunnittelujärjestelmän mahdollisia hyötyjä Gistele Oy:n keskusvalmistuksen tehostamisessa. Tarkoituksena on käydä suunnittelujärjestelmän eri toiminnot yksityiskohtaisesti läpi ja verrata sitä tämänhetkiseen suunnittelujärjestelmään CADs:iin.

EPLAN kuuluu markkinoiden johtavimpiin sähkösuunnittelujärjestelmiin. EPLAN tarjoaa ohjelmistoratkaisuja mekatroniikkasuunnitteluun, automaatio suunnitteluun ja sähkösuunnitteluun. Tietokantaan perustuva EPLAN on CAE-suunnittelujärjestelmä (Computer Aided Engineering), joka eroaa toiminnallaan yleisistä CAD-suunnittelujärjestelmistä (Computer Aided Design). Rajapintojen avulla ohjelmaa voidaan yhdistää useisiin tuotetiedonhallintajärjestelmiin sekä toiminnanohjausjärjestelmiin. Yritys on nimeltään EPLAN Software & Service GmbH & CO, joka kuuluu Friedhelm Loh Group konserniin. EPLAN Software & Service GmbH & CO on perustettu vuonna 1984. Yrityksessä työskentelee noin 900 henkilöä ja koko konserni työllistää 11000 henkilöä. (EPLAN www-sivut 2019)

Koko konsernin liikevaihto oli vuonna 2017 2,5 miljardia euroa ja toimitusjohtajana toimii Friedhelm Loh. (Forbes www-sivut 2019)

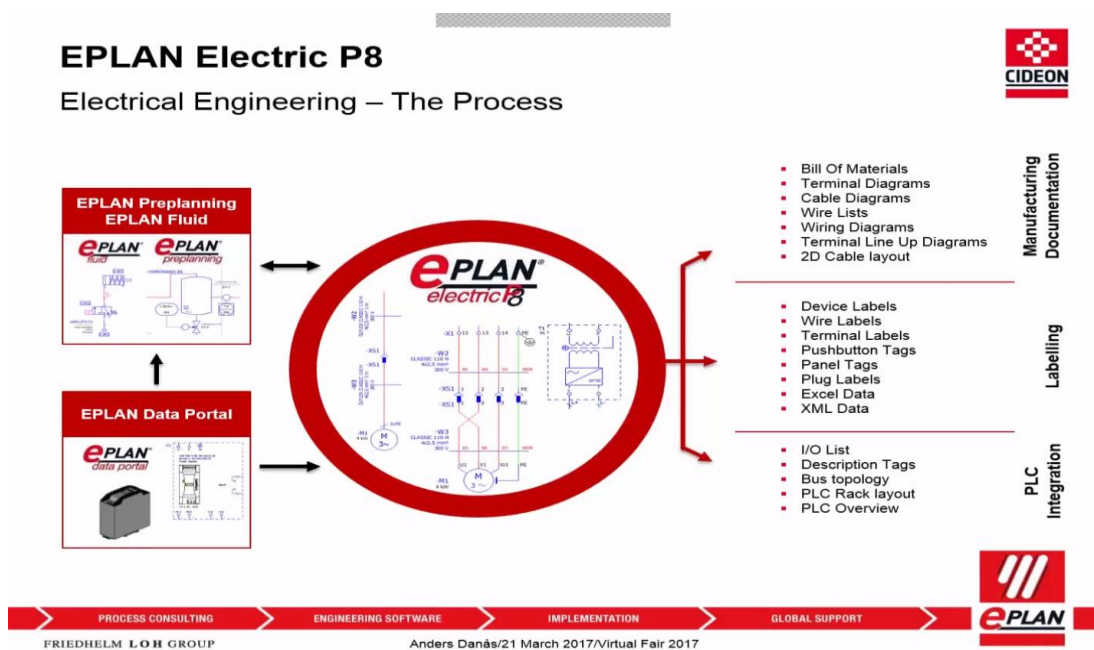
EPLAN tuotteisiin kuuluu:

- EPLAN Electric P8 – Sähkö- ja automaatio suunnittelu.
- EPLAN ProPanel – Kolmiulotteinen keskussuunnittelu.
- EPLAN Fluid – Hydrauliiikka ja pneumatiikkasuunnittelu.
- EPLAN PrePlanning – Esisuunnittelu, prosessi- ja laitossuunnittelu.
- EPLAN Cogineer – Suunnittelukonfiguraattoreiden määrittely ja generointityökalu.
- EPLAN Engineering Configuration One (EEC One) – Dokumentaation generointityökalu.
- EPLAN Engineering Configuration One (EEC) – Modulaarinen suunnittelu.
- EPLAN Data Portal – Online komponenttikirjasto.
- EPLAN Harness ProD – Johtosarjasuunnittelu 2D/3D.

- EPLAN Syngineer – Eri suunnittelualojen välinen tiedonvaihtotyökalu.  
(EPLAN www-sivut 2019)

## 5.1 EPLAN Electric P8

EPLAN Electric P8-suunnitteluohjelma antaa eri työkalut projektien suunnitteluun, dokumentaatioihin ja automaatioprojektien hallintaan. EPLAN -järjestelmä perustuu automaattiseen tuotantoraporttien generointiin, jotka perustuvat piirikaavioihin. Nämä muodostavat älykkään dokumentointijärjestelmän, joka pystyy tarjoamaan projektin myöhemmissä vaiheissa tarvittavaa tietoa kuten tuotanto-, käyttöönotto-, kokoonpano-, ja huoltodokumentaation. Mahdollista suunnitteludataa voidaan vaihtaa eri projekti-alueilta CAE-ohjelmistolla. Tarkastus rajoilla on mahdollista määrittää kuinka usein EPLAN valvoo dokumentoinnin laatutasoa ja välttää mahdolliset virheet projektien lopussa. Ohjelmisto tukee myös maailmanlaajuisia standardeja kuten, IEC, NFPA, GOST ja GB standardia. (EPLAN www-sivut 2019)



Kuva 13. EPLAN Electric P8 prosessin toimintatapa (EPLAN www-sivut 2019)

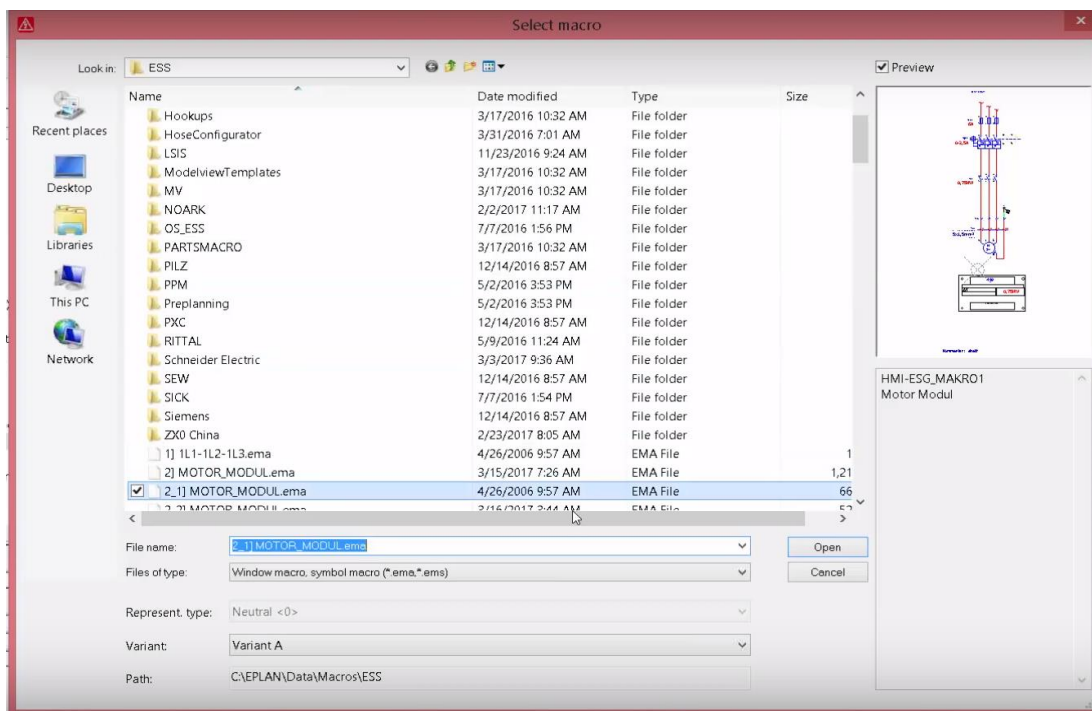
### 5.1.1 Projektin luonti ja asetukset

Projektin luonti tapahtuu kohdasta "Project-New", tämän jälkeen käyttäjälle avautuu "Create Project" -ikkuna. Ikkuna pitää sisällään tulevan projektin nimen, tallennuspaikan, piirustusohjan, päivänmäärän ja tekijäkohdat. Uusien välilehtien luontivaiheessa nämä tiedot tallentuvat automaattisesti piirustusohjille. Ohjelma avaa automaattisesti "Project Properties" -ikkunan, johon käyttäjän on mahdollista tallentaa tarkempia tietoja projektista. Ikkunan tärkeimmät kohdat kuitenkin ovat "Project description" eli "projektin kuvaus" ja "Job Number" eli "työnumero". (EPLAN Electric P8 peruskoulutus Vantaa 4.2.2019)

Jos ohjelma luo projektiin kahta erityyppistä piirustusohjaa, on mahdollista vaihtaa kaikki samanlaisiksi. Piirustusohjien yhtäaikainen muokkaus tapahtuu maalamalla kaikki halutut pohjat ja painamalla hiiren oikealla "Properties". "Properties" -ikkunan alta löytyy kohta "Plot frame name", josta käyttäjä pystyy valitsemaan halutun piirustusohjan. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus Vantaa 4.2.2019)

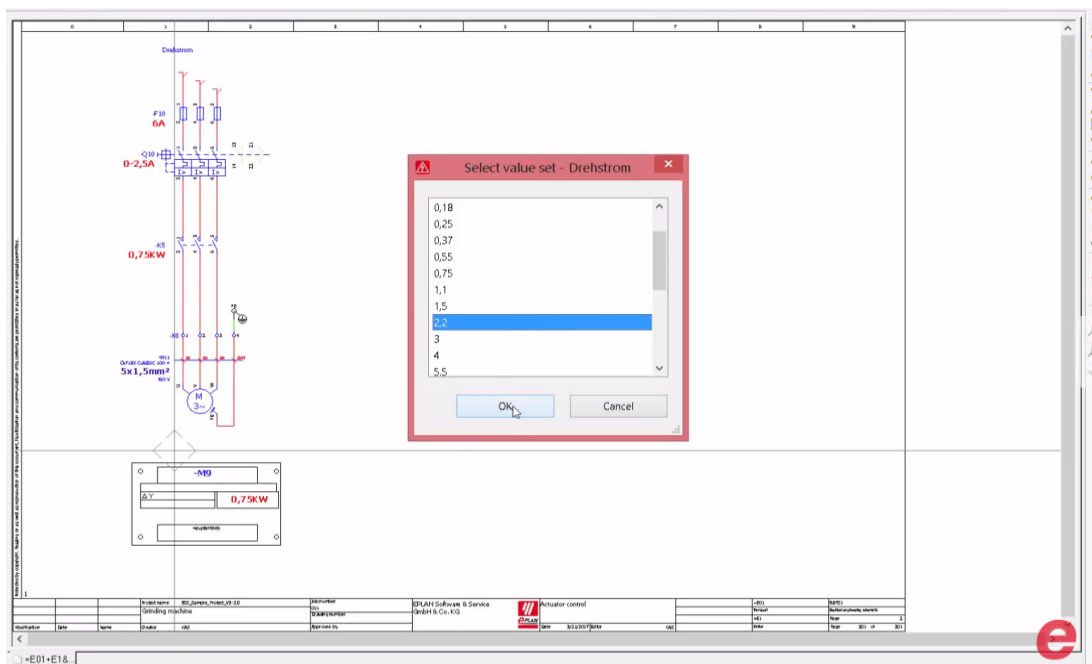
### 5.1.2 Makrot

Jotta projektin alkuvaiheessa ei tarvitsisi aina piirtää uudestaan tiettyjä moottorikaavioita, päävirtakaavioita ja ohjauspiirikaavioita, on käyttäjän hyvä tallentaa niitä valmiiksi pohjiksi. On selvää, että valmiit pohjat käyttäjän omassa tietokannassa säästää huomattavasti aikaa projektin alkuvaiheessa. Nämä esiintyvät ohjelmassa nimellä "Window macro". Kohdasta "Insert-Window macro" avautuu käyttäjälle ikkuna, josta on mahdollista valita valmiiksi tallennettuja makroja. Kun käyttäjä on valinnut haluamansa makron, avautuu ikkuna "Insertion mode", jossa ohjelma kysyy haluttua lisäys- tapaa. Tämä toiminto määrittää esimerkiksi liittimien numeroinnin standardien tapaan tai asiakkaan toivomuksen mukaan. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus Vantaa 4.2.2019)



Kuva 14. EPLAN Electric P8 Window macro (EPLAN Electric P8 2018)

Makroja on mahdollista tallentaa eri versioiksi, jotta käyttäjä voi tilanteen mukaan valita itselleen sopivan vaihtoehdon. Vaihdaminen tapahtuu kätevästi tabulaattoria painamalla ja samanaikaisesti eri versio makrosta vaihtuu näytöllä. Esimerkiksi, jos on tarvetta kasvattaa päävirtapiirin nimellisvirtaa 63 ampeerista 125 ampeeriin. Kun päävirtapiiriä muutetaan, ohjelma osaa määrittää mahdolliset komponentit ja johdotukset 125 ampeerin mukaan. Eli, ei tarvitse jokaista komponenttia määrittää erikseen. Ohjelma osaa myös kertoa käyttäjälle, jos jonkin komponentin korvaaminen ei onnistu ja vaatii erityisiä toimenpiteitä. Tämä toimenpide tapahtuu EEC One -ohjelmalla. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus Vantaa 4.2.2019)

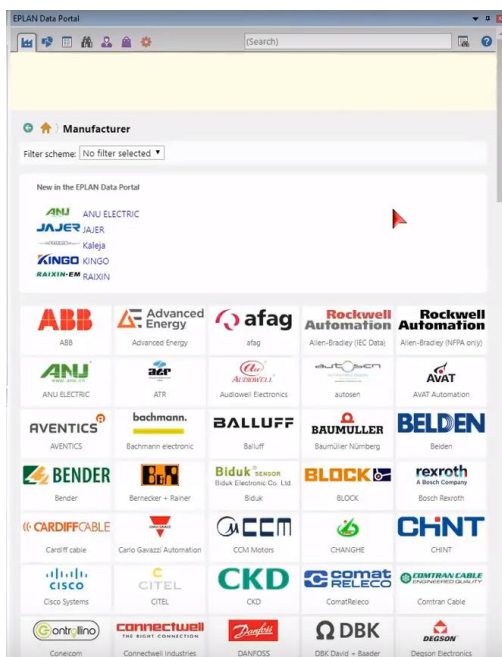


Kuva 15. EPLAN Electric P8 Window macro version valinta (EPLAN Electric P8 2018)

### 5.1.3 Data Portal

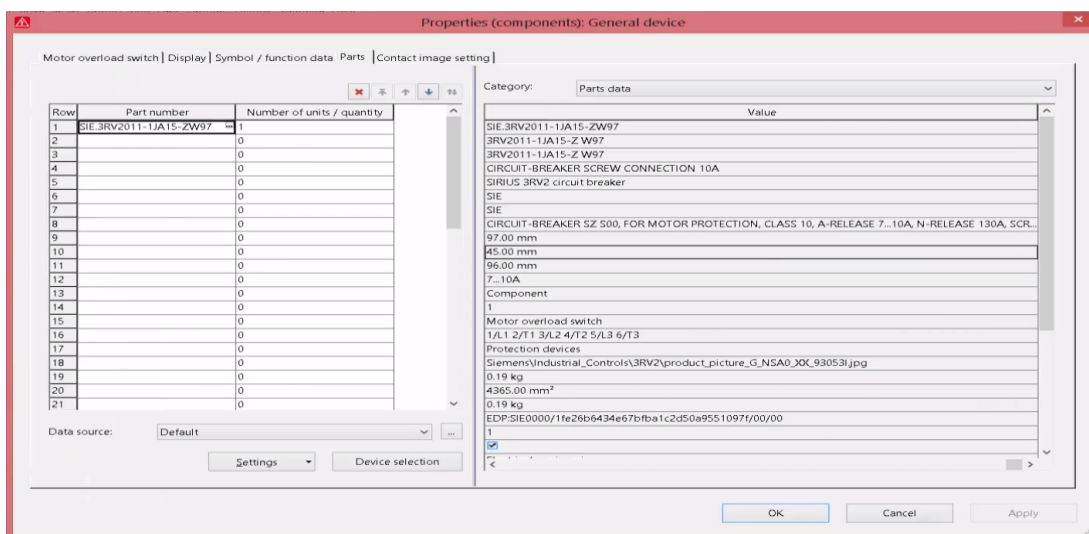
Data Portal on EPLAN Platform:iin integroitu verkkopalvelu, joka tarjoaa useiden eri valmistajien komponenttien tiedot online-verkon avulla. Komponentit ovat helposti saatavilla valmistajien kansioiden alta, sekä hakukentän avulla. Komponenttien sijoittamisen nopeaksi tekee drag & drop -toiminto, jonka avulla komponentit voidaan liittää suoraan projektiin. EPLAN Data Portal:sta. löytyy tällä hetkellä yli 873 000 komponenttia yli 200 eri komponenttivalmistajalta. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus Vantaa 5.2.2019)

Kohdasta ”Utilities-Data Portal” käyttäjä pääsee Data Portal:in onlinekomponentti-kirjastoon. Data Portal:in näkymä voidaan valita, että näkyykö Data Portal:in dialogi vai komponenttivalmistajan dialogi. Molemmat ovat päteviä komponentin etsimiseen, mutta valmistajan dialogin alta pääsee hieman tarkemmin jaoteltuun kirjastoon. Kun käyttäjä kirjautuu ensimmäistä kertaa Data Portal:in, ohjelma vaatii käyttäjää tekemään tunnukset ohjelmaan. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus Vantaa 5.2.2019)



Kuva 16. EPLAN Electric P8 Data Portal avausvalikon näkymä (EPLAN Electric P8 2018)

Valitun komponentin alta saadaan ominaisuuksien ikkunat, josta nähdään komponentin tyyppi, valmistaja, käyttötarkoitukset, tuoteluettelot, asennustiedot, lisävarusteet ja valokuvia esimerkiksi miltä komponentti näyttää 2D- ja 3D-layoutissa. Lataamalla komponentin tiedot Data Portal:sta, komponentin tiedot tallentuvat automaattisesti esimerkiksi yrityksen verkkoon. Tämä mahdollistaa jatkossa sen, että samaa komponenttia ei tarvitse ladata uudestaan, kun se kertaalleen on jo ladattu. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 5.2.2019)



Kuva 17. EPLAN Electric P8 properties-ikkuna (EPLAN Electric P8 2018)

#### 5.1.4 Piirikaaviosuunnittelu

EPLAN:ssa piirikaavioiden piirtämisellä luodaan älykäs suunnitelma. Tällä tarkoitetaan, että mahdollisimman paljon dataa pystytään tulostamaan ulos pelkkien piirikaavioiden perusteella. Esimerkiksi kytkentälistoja, osalistoja, kojeluetteloita ja riviliitinkuvia. Tämä on suuri hyöty projektin loppuvaiheessa, kun on mahdollista tulostaa tarvittavat listat ulos yhdellä painaluksella, eikä tarvitse kirjoittaa niitä käsin erikseen. Mutta täytyy myös muistaa, että tämä vaatii piirikaavioiden piirtovaiheessa enemmän työtä, koska käytännössä jokaiselle osalle on annettava jokin ”tuotetyyppi”. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 6.2.2019)

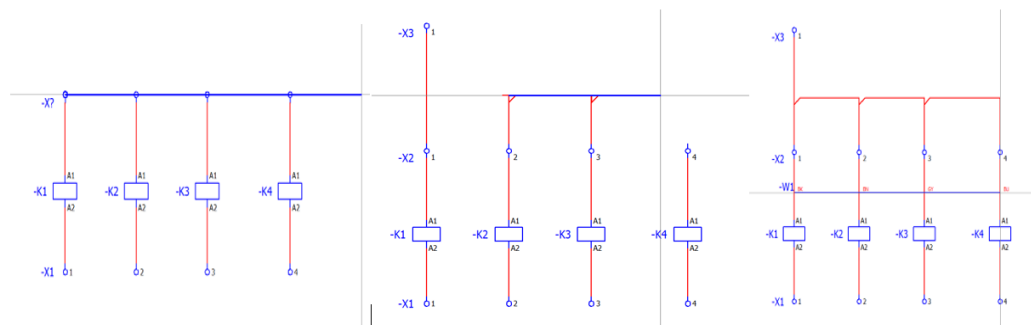
Johtimien piirtoa piirikaavioiden tekovaiheessa on yritetty tehdä mahdollisimman helpoksi ja nopeaksi suunnittelijalle. Kun komponentti sijoitetaan kuvaan ohjelma tunnistaa komponentin kytkentäpisteet ja osaa esimerkiksi kytkeä johtimen komponentin ja riviliittimen välille. Esimerkiksi, jos piirikaaviossa halutaan ”lenkittää”, eli yhdistää mahdollisten kontaktorien ohjaus, tarvitsee valita vain siihen sopiva piirrosmerkki ja vetää kontaktorien kytkentä pisteiden yli. Ohjelma piirtää automaattisesti viivan kytkentäpisteiden välille. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 6.2.2019)

Riviliittimien sijoituksessa on mahdollista vetää ”viiva” johtimien päälle ja ohjelma osaa sijoittaa liittimet automaattisesti. Liittimet on mahdollista sijoittaa myös yksitellen ”klikkaamalla”. Jos riviliitinryhmän tunnus joudutaan muuttamaan kesken projektia, toiminolla ”Properties Global” on mahdollista vaihtaa kaikista saman ryhmän riviliittimistä tunnus samaan aikaan. Toiminto pätee myös muihin komponentteihin. Välttyään siis virheiltiltä ja säästetään aikaa. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 6.2.2019)

Kaapeleiden määrittämisessä tämä samantyylinen automaattitoiminto pätee myös, eli vetämällä ”viiva” johtimien yli, ohjelma tunnistaa johtimien määrän ja osaa valmiiksi mahdollisesti antaa sopivia vaihtoehtoja tietokannasta. Kaapelin piirtovaiheessa ohjelma osaa kytkeä PE-johtimen automaattisesti PE-liittimien välille, jos kohdalle osuvat liittimet ovat vertikaalisesti tai horisontaalisesti kohdakkain. Kaapelille voidaan

tyypittää tämän jälkeen sen pituus, johtimien värit, johtimien numerointi, tunnus tai tyyppi. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 6.2.2019)

Komponenttien sijoittaminen projektiin voidaan toteuttaa esimerkiksi valmiilla komponenttিলistoilla, jotka voidaan tuoda projektiin esimerkiksi Excel-muodossa. Komponentit tulisivat näkyviin ”projektipuu”-ikkunaan, josta ne olisivat nopeasti raahattavissa projektiin. Komponentit voidaan sijoittaa myös omista tietokannoista tai Data Portal:ista. Data Portal:ista ladatuille komponenteilla on yleensä useampi esitystapa. Sijoitusvaiheessa voit selata eri esitystapoja painamalla tabulaattoria. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 7.2.2019)



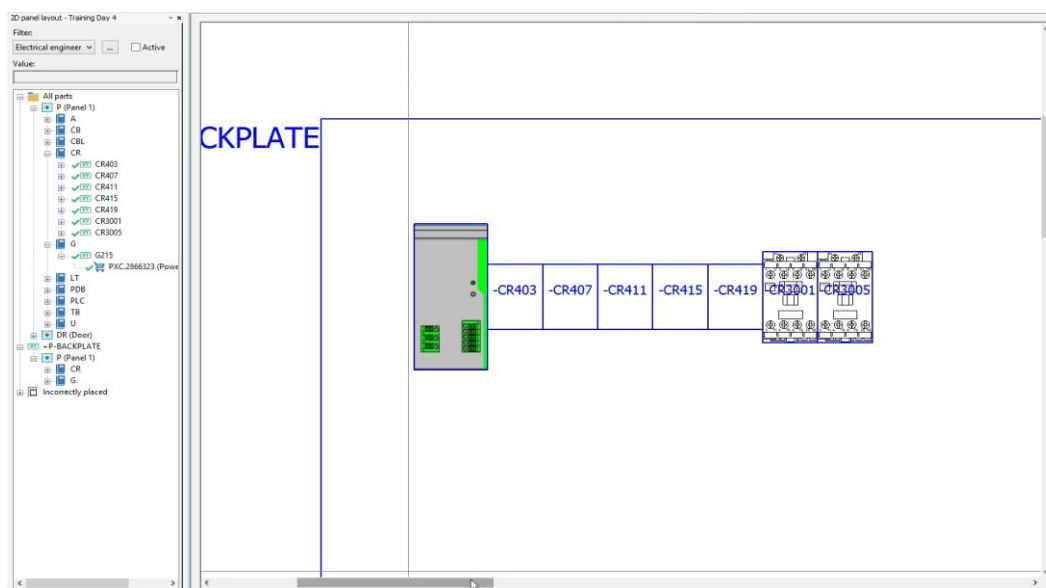
Kuva 18. EPLAN Electric P8 riviliittimien sijoitus, johtimien piirto ja kaapelin määritys (EPLAN www-sivut 2019)

### 5.1.5 2D ja 3D layout-suunnittelu.

EPLAN Pro Panel on CAE-ratkaisu kojeistojen 3D ja 2D kytkentäkaappien suunnitteluun. Ohjelma tarjoaa tiedot virtuaaliseen 3D-suunnitteluun, josta selviää esimerkiksi komponenttien koot, johdotustiedot, NC-koneille rei'itystiedot, vaadittavat jäähdytys-tiedot ja mahdolliset komponenttien vähimmäisetäisyydet toisistaan. EPLAN Platform:illa on mahdollista yhdistää sähkösuunnittelu ja 2D/3D-layout suunnittelu toisiinsa. Piirikaavioiden suunnittelun yhteydessä määritetyt komponentit on mahdollista sijoittaa layoutiin kaikki kerralla, eikä tarvitse yksitellen sijoitella niitä kuviin. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 7.2.2019)



Layout-suunnittelu aloitetaan luomalla uusi sivu, johon layout piirretään ”Project-New”. ”Page Type” -kohtaan valitaan ”Panel layout” ja skaalaksi on hyvä valita 1:5 tai 1:10. Asennus/pohjalevyn piirto voidaan toteuttaa käsin piirtämällä, jolloin levystä saadaan halutun kokoinen. Ohjelma sisältää toiminnon tätä tarkoitusta varten. Kun levyn sijoitus tehdään ”Insert-Mounting panel”-toiminolla, tulee toiminto saman aikaisesti näkyviin projektipuuhun. Projektipuusta nähdään mitä komponentteja on sijoitettu jo levyille. Layout navigaattorilla saadaan näkyviin kaikki komponentit, jotka ovat esimerkiksi tyypitetty jo aikaisemmin piirikaaviossa. Kun komponentti sijoitetaan kuvaan, projektipuuhun sijoitetun komponentin kohdalle tulee ”vihreä nuoli”. ”Vihreä nuoli” kertoo, että komponentti on sijoitettu jo kuvaan. On mahdollista myös käyttää valmiiksi piirrettyjä pohjakuvia omasta tietokannasta tai valmistajan valmiita pohjakuvia, jotka löytyvät Data Portal:sta. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 7.2.2019)



Kuva 19. EPLAN Electric P8 komponenttien sijoitus 2D-layoutiin (EPLAN www-sivut 2019)

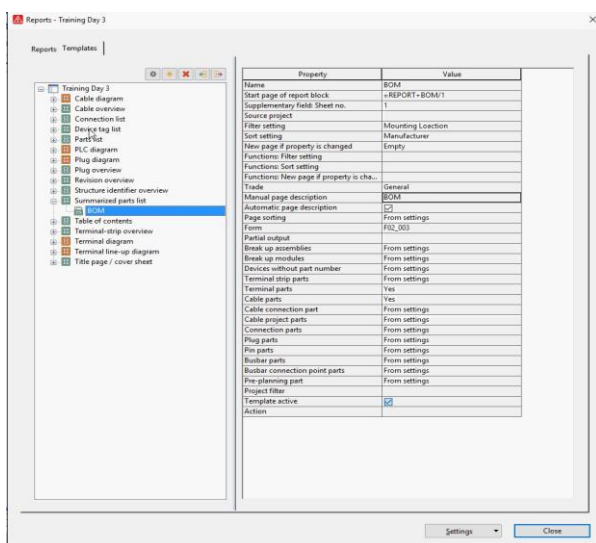
### 5.1.6 Raportit ja tulostaminen

EPLAN:in vahvimpiin ominaisuuksiin kuuluu, että ohjelma luo piirikaavioiden suunnitteluvaiheessa jatkuvasti erilaisia raportteja ja listoja. Ohjelman raporttien luonti

perustuu täysin piirikaavioihin, jolloin käyttäjän on mahdollista tulostaa esimerkiksi kojeluettelot heti. Jotta täydellisiä raportteja voidaan tulostaa, on piirikaavioihin tyypitettävä osat tarkkaan. Tulostettavia listoja ovat esimerkiksi, kojeluettelot, riviliitin listat, kaapeliluettelot, johdotuskaaviot, kilpiluettelot ja layoutit. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 7.2.2019)

Raporttien tulostus tapahtuu kohdasta ”Utilities-Reports-Generate Project Reports”. Valikoista voidaan rajata mitä raportteja halutaan tulostaa. Tämä toiminto on erittäin hyödyllinen, koska on helppo rajata mitä raportteja tulee asiakkaan käyttöön tai voidaan tulostaa yksittäisiä raportteja. EPLAN on luonut käyttäjälle jo valmiita raporttipohjia, jotka ovat käyttäjän muokattavissa omiensa tarpeiden mukaan. Kun kerran raportit ja haluttavat tulostuskohteet on luotu kuntoon, on mahdollista käyttää samaa menetelmää tulevilla projekteilla. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 7.2.2019)

Tulostuksessa käytettävä data ei ole pelkästään paperilla olevaa tekstiä. EPLAN:ssa syntyvä data on mahdollista myös hyödyntää erilaisissa automaattityöstökoneissa. Tällaisia työstökoneita ovat esimerkiksi, johdin-, kaapeli-, DIN-kisko-, aukotus, kuparikiskojen taivutus- ja kilpikoneet. Eli käytännössä työlle voidaan tulostaa kaikki edellä mainitut komponentit, ennen kuin asentaja ehtii aloittamaan kokoonpanovaihetta. Toiminto luo huomattavan nopeuden kokoonpano-vaiheeseen. (EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 7.2.2019)



Kuva 20. EPLAN Electric P8 lista tulostettavista raporteista (EPLAN www-sivut 2019)

## 6 AUTOMAATTIYÖSTÖKONEIDEN HYÖDYNTÄMINEN

Tämän osion on tarkoitus tutkia miten paljon automaattikoneet tai alihankinta tehostaa sähkökeskustuotantoa. Voidaan hankkia kotelot valmiiksi aukotettuina, asennuslevyt valmiilla kierteillä, valmiiksi oikean mittaiset DIN-kiskot ja -kourut, sekä voidaan hankkia myös valmiita johtosarjoja.

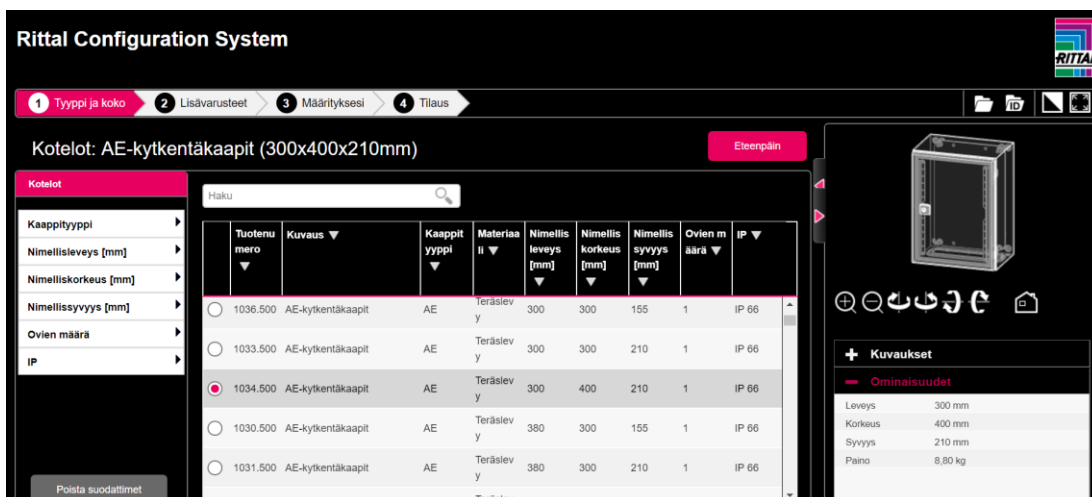
Tällä hetkellä tehdään vakiokeskuksia perinteisen tyylin, johon olisi helppo verrata kyseistä toimintamallia ja sen tuomaa etua.

### 6.1 Rittal Configuration System

Rittal Configuration System on uusi Rittal-kaappien 3D-suunnitteluohjelma. Ohjelman toiminta perustuu 3D-suunnitteluun Rittal komponenttien avulla. Asiakkaan on mahdollista tilata valmis kokoonpano suoraan Rittal:in tehtaalta ja välttää itse mahdolliset aukotustoimenpiteet. Ohjelman suunnitteluprosessi koostuu kolmesta eri päävaiheesta. (Rittal www-sivut 2019)

#### 6.1.1 Kotelo-/kaappijärjestelmän valinta

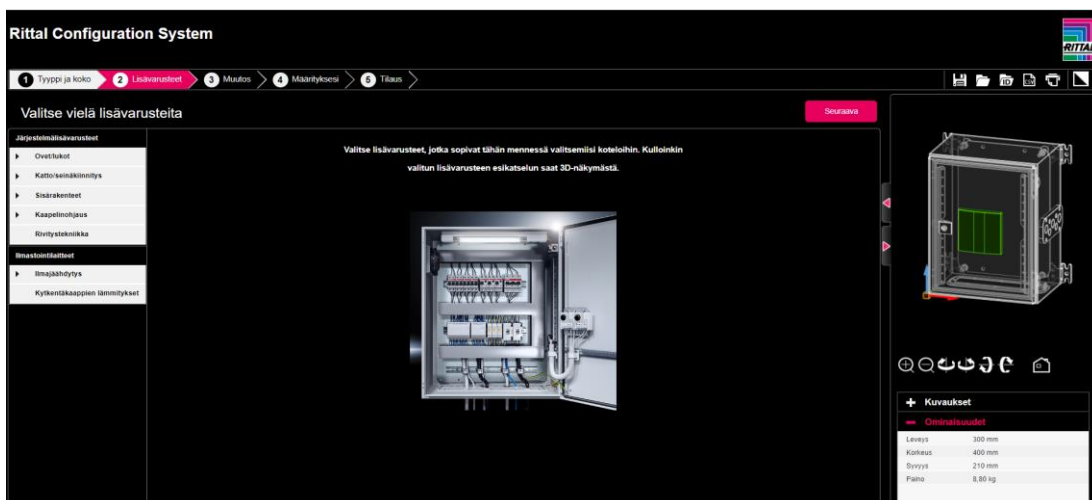
Kotelo/kaappijärjestelmän valinnalla tarkoitetaan suunniteltavaa kohdetta. Ohjelma tarjoaa koko Rittal:in tuotevalikoiman, josta voidaan valita juuri itselleen sopiva kotelo tai kaappi. Ohjelma tarjoaa myös valikon, josta on mahdollista valita sopiva kokonaisuus tai yksi osa tyyppi kerrallaan. Näitä tietoja ovat kaappityyppi, nimellisleveys, nimelliskorkeus, nimellissyvyys, ovien määrä ja IP-luokitus. (EPLAN, Rittal, Siemens seminaari, Turku 5.3.2019)



Kuva 21. Rittal Configuration System-kaapin valinta (Rittal www-sivut 2019)

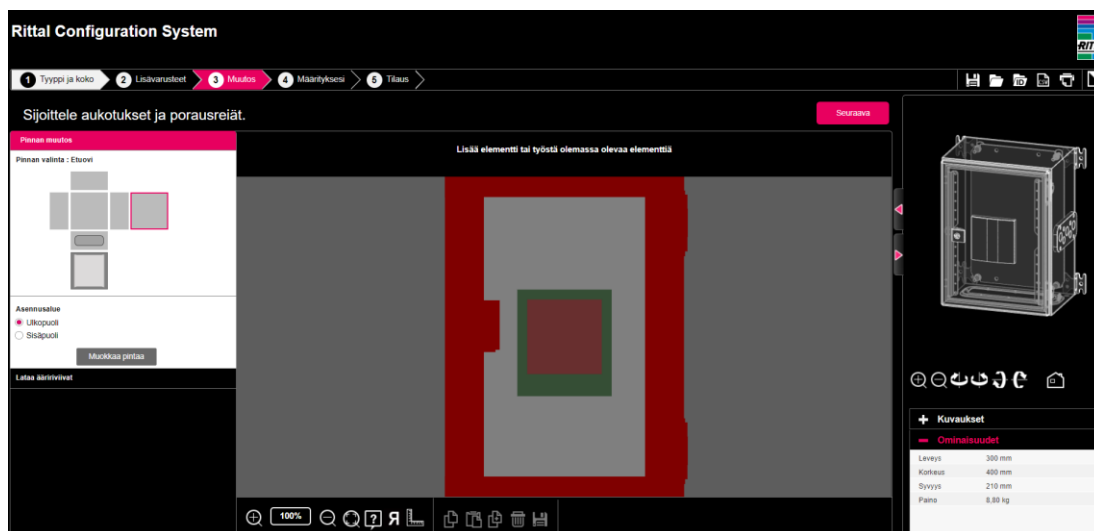
### 6.1.2 Lisävarusteet ja muutokset

Lisävarusteilla ja muutoksilla tarkoitetaan kaappiin lisättävien Rittal-lisävarusteiden sijoittamista, sekä mahdollisten aukotuksien tekemistä. Virheettömän tuote- ja varustekokoonpanon varmistaa, taustalla toimivat tuotesäännöt. Säännöt varmistavat oikean ja helpon lisävarustevalinnan. Pikavalinnasta on mahdollista hakea etukäteen määritetyt varusteet tai tehdä valinnan Rittal:in varaosaluettelosta. Pikavalikosta on mahdollista tyypittää erikseen, ovet, lukot, kiinnitys mahdollisuudet, sisärakenteet, kaapeliyhäykset, jäähdytykset, lämmitykset ja rivitykseen tarvittavat osat. (EPLAN, Rittal, Siemens seminaari, Turku 5.3.2019)



Kuva 22. Rittal Configuration System lisävarusteiden määrittely (Rittal www-sivut 2019)

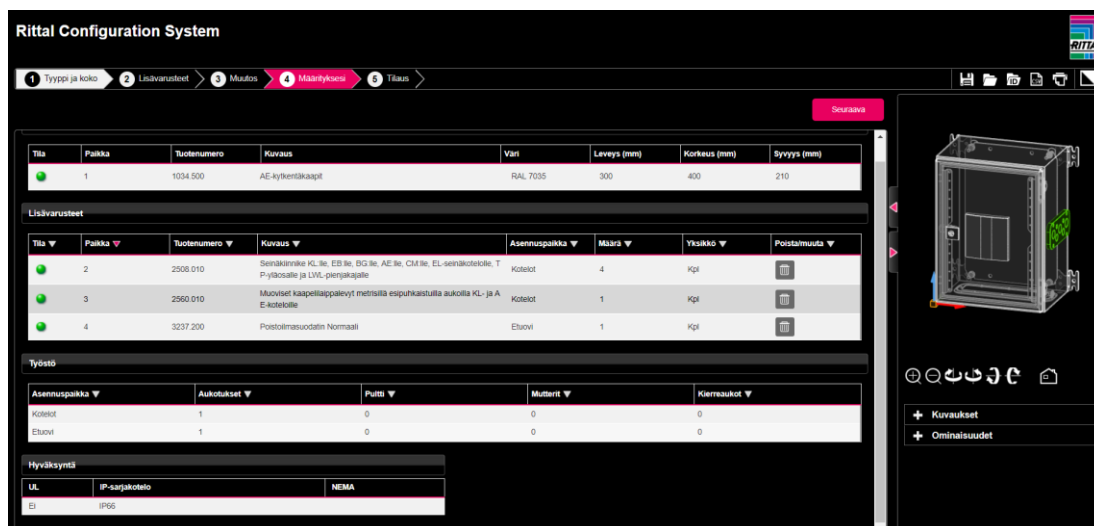
Muutoksilla tarkoitetaan aukotuksien tekemistä kaappeihin. Aukotuksien luonti tapahtuu nopeasti ja luotettavasti ohjelmalla. Käyttäjä voi itse määrittää aukotuksien koot ja määrät. Ohjelma itse osaa määrittää mitkä kohdat voidaan aukottaa ja määrittää aukotettavat alueet. Esimerkiksi käyttäjä ei voi aukottaa kaappia oven tiivisteen kohdalta. (EPLAN, Rittal, Siemens seminaari, Turku 5.3.2019)



Kuva 23. Rittal Configuration System aukotuksien ja porausreikien sijoittaminen (Rittal www-sivut 2019)

### 6.1.3 Määritykset ja tilaus

Määrityksillä tarkoitetaan kaapin kokonaisuutta suunnittelun loppuvaiheessa. Ohjelma luo automaattisesti kaapin valmistamiseen asiakirjat, joista selviää kaapin rakentamiseen ja työstämiseen tarvittavat tiedot. Käyttäjä pystyy tallentamaan itselleen, suunnitelman, asennusohjeet, CAD-tiedot, NC-tiedoston työstökoneita varten, osaluettelon ja EPLAN Pro Panel -tiedoston. Käyttäjän on myös mahdollista lähettää tiedosto valmistajalle ja pyytää tarjousta. (EPLAN, Rittal, Siemens seminaari, Turku 5.3.2019)



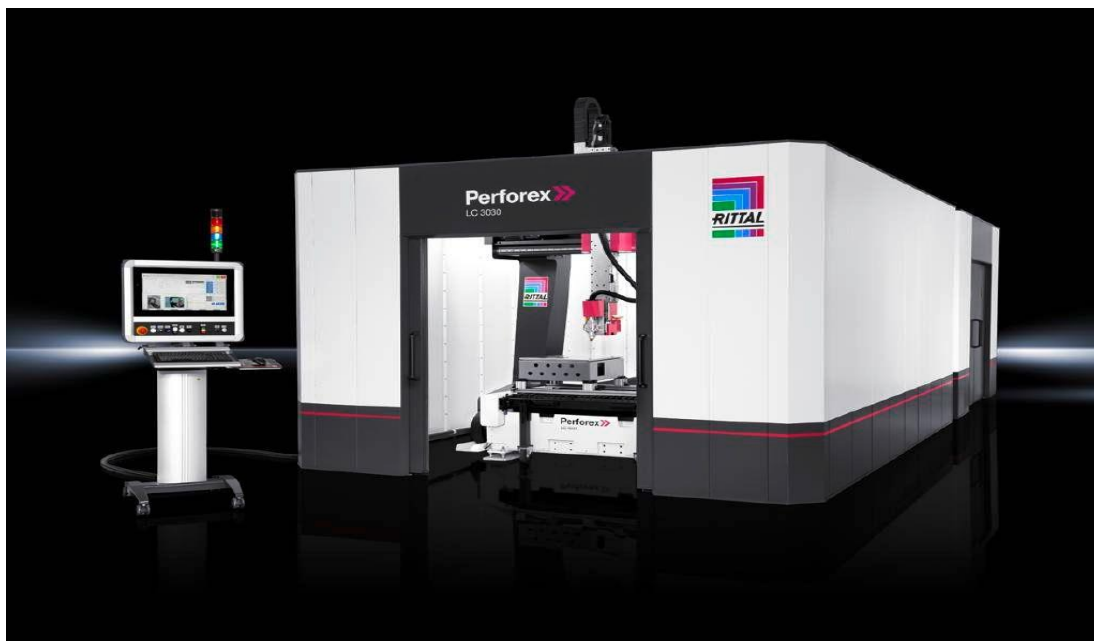
Kuva 24. Rittal Configuration System määritettyjen komponenttien osalista (Rittal www-sivut 2019)

## 6.2 Rittal Perforex LC 3030-3D laserkeskus

Perforex-laserkeskukset on suunniteltu erityisesti standardikoteloiden automaattiseen mekaaniseen työstämiseen. Perforex LC on erikoistunut koteloiden, kansien ja pohjalevyjen 3D-laser-työstöön. Sopii ruostumattomien terästen, terästen, maalattujen teräs-pintojen kuten ovien ja sivuseinien työstöön.

### 6.2.1 Etuja ja ominaisuuksia

Laitteen etuihin kuuluu muun muassa, nopea työstö viidelle eri sivulle, sekä maalattuun, että ruostumattomaan koteloon/levyyn. Leikkuunopeus on keskimäärin 550 mm/min. Jälkityöstö on tarpeetonta maalatuissa koteloidissa, pois lukien paikkamaalaus. Leikatessa maalatut teräspinnat säilyvät ilman maalipinnan vahingoittumista ja värin tummumista, esimerkiksi ruostumattomia teräksiä leikattaessa leikkuureunat eivät tummu ollenkaan. Lopputulos on huomattavasti parempaan kuin käsintehtävissä työstöissä, jopa tarkkuutta vaativissa leikkuukuvioissa. Kontaktivapaa työstö on käyttäjälle myös turvallista.



Kuva 25. Rittal Perforex LC 3030-3D laserkeskus (Rittal www-sivut 2019)

#### 6.2.2 Mahdollinen käyttö Gistele Oy:ssä

Suunnitelmat voidaan siirtää suoraan työstökoneelle, joka tukee EPLAN Pro Panel ja Rittal Configuration System tiedostomuotoja, ja näin säästyy aikaa ja rahaa. Yhden työstökoneen kapasiteetti riittäisi käytännössä kattamaan koko Gistele Oy:n keskustuotannon vaativat koteloiden/levyjen työstötarpeet. Kun keskustuotannon prosessiin lisättäisiin edellä mainittu työstökone, aikaa säästyisi huomattavasti keskuksen kokoonpanosta. Ajan säästyminen tarkoittaisi keskuksien lyhyempää läpimenoaikaa, jolloin sähkökeskustuotannon kapasiteettiä olisi mahdollista kasvattaa huomattavasti. Esimerkiksi investoimalla Rittal Perforex LC 3030-3D laserkeskukseen 340 000 €, kone tuottaisi vuodessa säästöjä noin 66 642 €. Nämä säästöt edellyttäisivät, että vuodessa työstettäisiin noin 2000 koteloa/asennuslevyä kyseisellä koneella. Takaisinmaksuaika olisi noin 5 vuotta.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää menetelmiä, joilla voisi tehostaa suunnittelua ja automaation hyödyntämistä Gistele Oy:ssä. Tällä hetkellä Gistele Oy:ssä on pääkäytössä CADS-suunnitteluohjelma. Opinnäytetyötä tehdessäni olen tutustunut millä tavoin CADS-suunnitteluohjelmaa pystyttäisiin hyödyntämään enemmän Gistele Oy:n keskustuotannossa ja -suunnittelussa. Lisäksi tutustuin EPLAN-suunnitteluohjelman ja automaattityöstökoneiden tuomiin hyötyihin keskustuotannon osalta.

Nykyistä CADS-suunnitteluohjelmaa tutkiessani löysin suunnittelua tehostavia toimintoja. Hyödyllisiin toimintoihin kuului esimerkiksi komponenttien tuonti layout-kuvaan keskuskaavioiden perusteella. Lisäksi onnistuin tuomaan komponenttien juoksevan numeroinnin layout-kuvaan. Nämä toiminnot koettiin hyödylliseksi Gistele Oy:n suunnittelussa ja otettiin heti käyttöön.

Gistele Oy:ssä otettiin väliaikaisesti käyttöön EPLAN-suunnitteluohjelma, jonka tarkoitus on tulevaisuudessa mahdollisesti korvata nykyinen CADS-suunnitteluohjelma. Opinnäytetyön johdosta olen tutustunut huolellisesti EPLAN-suunnitteluohjelmaan ja oppinut käyttämään tätä ohjelmaa. Olen saanut tuotua yritykselle paljon uutta ja hyödyllistä tietoa sähkösuunnittelun tehostamisen osalta. Olemme huomanneet osan asiakkaidemme käyttävän EPLAN-suunnitteluohjelmaa sähkökuvien luonnissa, joista me taas voisimme hyödyntää valmiiksi jo suunniteltua dataa. Esimerkiksi asiakkaiden kuvista on mahdollista saada tulostettua osalistoja, kytkentälistoja ja rei'itystietoja. EPLAN-suunnitteluohjelma toisi valmiit osa-, kilpi-, kytkentä- ja kojettunuslistat, joita ei tarvitsisi tehdä erikseen jatkossa.

Tutkiessani automaattityöstökoneiden tuomaa hyötyä sähkökeskustuotannon osalta, huomasimme, että valmistajan nettisivuilla tehdyistä suunnitelmista sai tarkemman tiedon komponenttien ja hinnan osalta. Tätä tietoa pystytään hyödyntämään tarkempien tarjouksien laskennassa, sekä projekteissa, jotka koskevat Rittal-kaappeja ja koteloiden. Kotelot/kaapit tulisivat jatkossa valmiiksi työstettyinä, joka nopeuttaisi kokoonpanovaihetta.



Opinnäytetyön sisältö ei ollut ennestään kovinkaan tuttua minulle, joten perehtyminen sisältöön ennen työn aloitusta vei paljon aikaa. Opinnäytetyössä käsiteltiin CADs- ja EPLAN-suunnitteluohjelmistoja, sekä Rittal:in automaattityöstökoneita. Suoritin opinnäytetyöni töideni ohessa ja koin tämän aluksi kovin raskaana, mutta jälkeenpäin ymmärsin saaneeni juuri työpäivien aikana paljon materiaalia ja ideoita opinnäytetyöhöni. Opinnäytetyön tekoa helpotti, kun esimieheni järjesti minut kattavaan EPLAN-koulutukseen Vantaalle ja seminaariin Turkuun. Opinnäytetyön tuloksena olen oppinut käyttämään enemmän suunnitteluohjelmistoja ja tiedän että, tulevaisuudessa tästä on merkittävää hyötyä yritykselle. Opin myös, että asioidessani valmistajien kanssa, ei pidä heti uskoa, miksi heidän tuotteensa/palvelunsa olisivat paremmat kuin muiden. Useimmiten valmistajat miettivät ensisijaisesti omia etujaan. Jatkossa muistan aina vertailla mahdollisimman monen eri valmistajien tuotteita ennen lopullisen päätöksen tekoa.

## LÄHTEET

CADS www-sivut. Viitattu 27.3.2019. <https://www.cads.fi/>

CADS 2017. Viitattu 27.3.2019. CADS Electric 17.

EPLAN www-sivut. Viitattu 27.3.2019. <https://www.eplan.fi/fi/etusivu/>

EPLAN 2018. Viitattu 27.3.2019. EPLAN Electric P8 2.7

EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 4.2.2019. Viitattu 27.3.2019.

EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 5.2.2019. Viitattu 27.3.2019.

EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 6.2.2019. Viitattu 27.3.2019.

EPLAN Electric P8 peruskoulutus, Vantaa 7.2.2019. Viitattu 27.3.2019.

EPLAN, Rittal, Siemens seminaari, Turku 5.3.2019. Viitattu 27.3.2019

Forbes www-sivut. Viitattu 31.3.2019. <https://www.forbes.com/profile/friedhelm-loh/#7f0733c46821>

Gistele Oy www-sivut. Viitattu 27.3.2019. [www.gistele.fi/](http://www.gistele.fi/)

Rittal Oy www-sivut. Viitattu 27.3.2019. <https://www.rittal.com/fi-fi/content/fi/start/>

Solotop Oy www-sivut. Viitattu 27.3.2019. <https://www.solotop.fi/>

Wermundsen Oy www-sivut. Viitattu 27.3.2019. <http://www.wermundsen.fi/>

Wexon Oy www-sivut. Viitattu 27.3.2019. <https://www.wexon.fi/>

LIITE 1

NOUSUKAAVIO

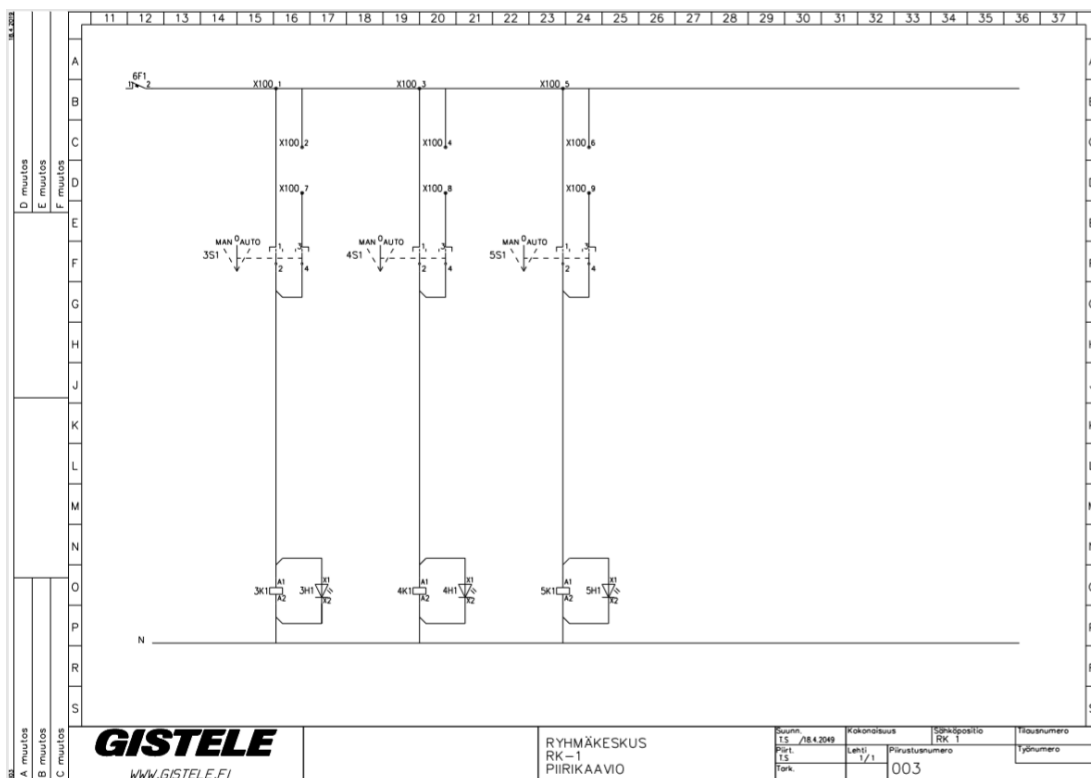
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
		KESKUS																	RYHMÄ	OSOITE	TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	HUOM.			
D E F	A	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	01			MMJ5x16S	63A					
	B	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	1	VOIMAPISTORASIA		MMJ5x2,5S	3C16					
	C	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	2	VOIMAPISTORASIA		MMJ5x2,5S	3C16					
	D	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	3	VALAISTUS 1		MMJ5x2,5S	3C10					
	E	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	4	VALAISTUS 2		MMJ5x2,5S	3C10					
	F	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	5	VALAISTUS 3		MMJ5x2,5S	3C10					
	G	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	6	OHJAUS			1C10					
	H	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	7	VARALLA			C10					
	J	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	8	VARALLA			C10					
	K	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	9	VARALLA			C10					
	L	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	10	VARALLA			C10					
	M	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	11	VARALLA			C16					
	N	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	12	VARALLA			C16					
O	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																	13	VARALLA			C16						
P	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																											
R	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																											
S	[Diagram: Busbar and switchgear connections]																											

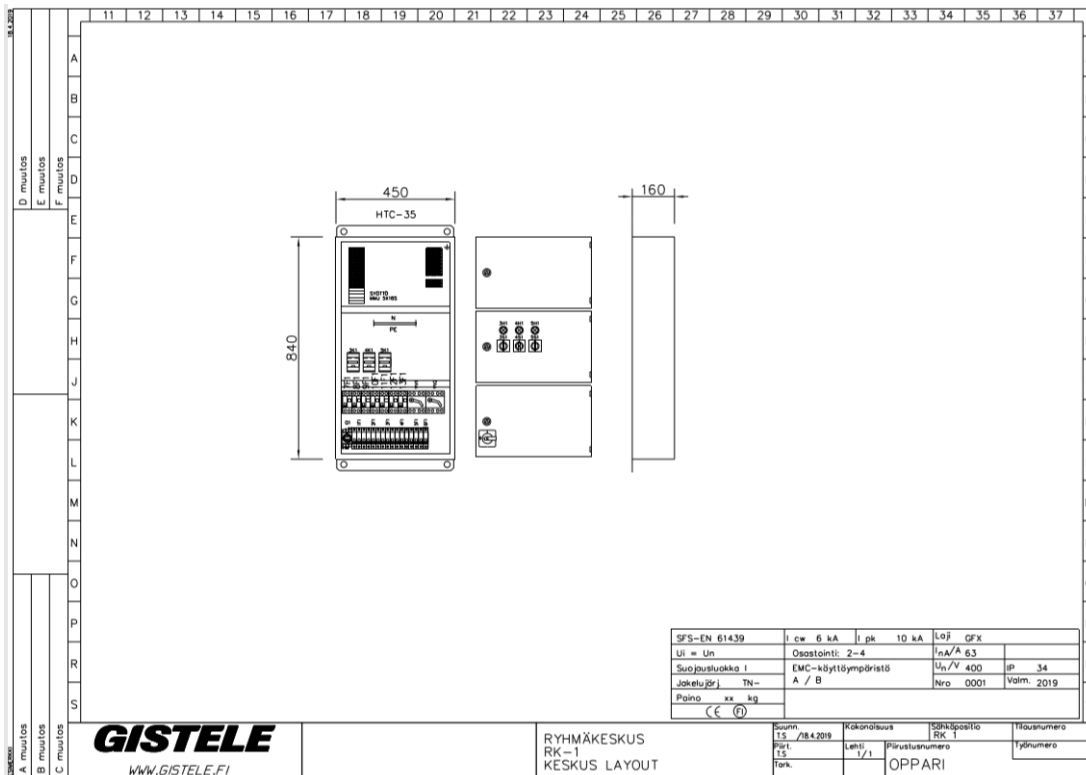
<b>GISTELE</b> WWW.GISTELE.FI		RYHMÄKESKUS RK-1 NOUSUKAAVIO		Päänt. 15 / 08.4.2019 Pöytä. 15 Tok.	Kokonaisuus Lehti 1/1	SRK-oppisto RK 1 Piirustusnumero OPPARI	Piirustusnumero Työnumero
----------------------------------	--	------------------------------------	--	--	-----------------------------	--	------------------------------

LIITE 2

PIIRIKAAVIO



KESKUS-LAYOUT



**GISTELE**  
WWW.GISTELE.FI

RYHMÄKESKUS  
RK-1  
KESKUS LAYOUT

Siirt. lvs. /18.4.2019	Kokonaisuus	Sähköpostio PK 1	Häusnumero
Tark.	Lehti 1/1	Päätösnumero	Työnumero
		OPPARI	

## TAKAISINMAKSUTAULUKKO PERFOREX LC3030

	<b>INVESTOINTI</b>	
	Laitteen hinta	340 000 €
	ELY-avustus (%)	0 %
	ELY-avustus	- €
<b>Investointikustannus</b>		<b>340 000 €</b>
<b>TYÖSTETTÄVÄT OMAT KOTELOT</b>		
Kotelomäärät per vuosi (*)	2000 kpl	
	Kotelot	1000 kpl
	Litteät osat	1000 kpl
<b>AUKOTUS OMA TYÖ</b>		
Kappaleiden määrä per vuosi	2000 kpl	
<b>KUSTANNUS MANUAALITYÖKALUJA KÄYTTÄEN PER KAPPALE (VIIDEN SARJA) (*)</b>		
Käsittely		10 min
Aukotuksen valmistelu (mitoitus, paikoitus, merkkkaus)		200 min
Aukotustyö manuaalityökaluja käyttäen		300 min
Aukotuksen viimeistely		30 min
	Yht.	540 min
Esimerkkiaukotuksia vuodessa (kpl)	400	Aikaa 216000 min
		= 480 työpäivää
<b>KUSTANNUS PERFOREX LC3030-LAITETTA KÄYTTÄEN (VIIDEN SARJA) (*)</b>		
Käsittely		10 min
Aukotuksen valmistelu (ohjelmointi, kappaleiden kiinnitys)		30 min
Työstöaika (sis. Jälkityö ja paikkamaalaus)		50 min
	Yht.	90 min
Esimerkkiaukotuksia vuodessa (kpl)	400	Aikaa 36000 min
		= 80 työpäivää
Ajansäästö laseria käyttäen		400 työpäivää
Kustannus per h	22,2 €	Säästö 3000 tuntia
		eli 66 462 €
*Oletus: aukotetaan 2 sivua (kotelot) tai 1 kappale (VX-kaappi) eli 2 metriä aukotusta per sivu tai kappale, joka voi olla: 1. Tuuletin, suodatin ja 3 painonapin aukkoa 2. M25 kaapeliäpivientejä 25 kpl 3. HMI-näyttöpaneeli ja 15 painonapin aukkoa		
* Oletus: työntekijän kustannus on 2400 Euroa per kk + sivukulut.		

## LIITE 5

**Liite 5 on salassa pidettävä, ja se on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liikesalaisuus. Salassapitoaika viisi (5) vuotta, salassapito päättyy 18.5.2022.**