



# **Sähkösuunnitteluohjelmiston valinta suunnittelutoimiston käyttöön**

Anssi Jaakkola

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2015  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikka  
Sähkövoimatekniikka

JAAKKOLA, ANSSI:

Sähkösuunnitteluohjelmiston valinta suunnittelutoimiston käyttöön

Opinnäytetyö 75 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Toukokuu 2015

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää soveltuvin Windows-käyttöjärjestelmällä käytettävä sähkösuunnitteluohjelmisto tamperelaiseen insinööritoimistoon. Ohjelmia vertailussa oli neljä ja ne olivat CADS, E<sup>3</sup>, EPLAN sekä Vertex. Vertailussa tärkeimpinä ominaisuuksina painotettiin tietojen nopeaa muokattavuutta tietokantaluetteloiden kautta sekä piirikaavioiden automaattista generointia, joka nopeuttaa suunnittelutyötä. Muita vertailtavia ominaisuuksia olivat piirikaavio- ja kotelosuunnittelu, komponenttien luonti sekä kaavioiden ja luetteloiden tulostaminen. Tutkimusmenetelminä käytettiin tiedonhakua, havainnointia ohjelmistoesittelyjen yhteydessä sekä ohjelmistojen koekäyttöä.

Ohjelmien vertailu osoitti, että yleinen piirikaaviosuunnittelu onnistuu helposti kaikilla ohjelmilla ja ne kaikki sisältävät riittävät ominaisuudet myös vaativampiin tehtäviin. EPLAN ja E<sup>3</sup> sisältävät automaattiset johdotusviivanpiirto-ominaisuudet, mikä tekee niistä nopeampia verrattuna suomalaisiin kilpailijoihinsa perinteisten piirikaavioiden piirtämisessä. Kyseiset ohjelmat ovat myös kotelosuunnittelun osalta parempia ohjattujen ominaisuuksiensa ansiosta. Kaikissa ohjelmissa esimerkiksi laitetietojen muuttaminen tietokantalistojen kautta onnistuu helposti ja kaikki ohjelmat tukevat tietojen siirtoa Exceliin ja takaisin. EPLAN on dokumentoinnin osalta paras ohjelma sisältäen mahdollisuuden käänteiseen suunnitteluun sekä oletuksena älykkäät PDF-dokumentit, joita on mahdollista kommentoida ja palauttaa piirtotilaan.

Vertailun lopullisena tuloksena voidaan todeta, että sähkösuunnittelua tekeväle insinööritoimistolle soveltuvin ohjelma on EPLAN, johtuen sen suuresta komponenttikirjastosta, ohjatusta suunnittelusta, virheentarkistusominaisuuksista sekä älykkäistä PDF-dokumenteista. Kyseisiä ominaisuuksia, valmista komponenttikirjastoa lukuun ottamatta, löytyy myös muista vertailun ohjelmista, mutta EPLAN näyttäisi tekevän työskentelystä nopeampaa sekä virhevapaampaa.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering  
Option of Electrical Power Engineering

JAAKKOLA, ANSSI:  
Selection of Electrical Engineering Software for an Engineering Company

Bachelor's thesis 75 pages, appendices 0 pages  
May 2015

---

The objective of this thesis was to compare four different Windows-based electrical engineering software and to find the best choice for an engineering company which is based in Tampere. The alternatives were CADS, E<sup>3</sup>, EPLAN and Vertex. The most important features in the comparison were fast data editing using database and automatic creation of schematics. Other features were designing of schematics and housings, creation of components and printing of schematics and lists. Searching of information, observing during software presentations and test running of software were the research methods used in this thesis.

The comparison proved that all the software meet the requirements of general schematic designing and can be used in more demanding tasks as well. EPLAN and E<sup>3</sup> include automatic drawing of connection line, which makes them faster in schematic designing compared to their Finnish rivals. They are also better in housing designing due to their controlled features. Data editing via database is easy in all the alternatives and all of them can export data to Excel and import it back to the software. EPLAN has the best features for data documenting as it includes possibility to change data in reports which will be updated to schematics and smart PDF-documents which can be commented and brought back to designing.

The final conclusion of the comparison is that the best software for an engineering company that does electrical engineering is EPLAN due to its large component library, controlled designing, error checking and smart PDF-documents. Some of these features can be found in the other software as well, but EPLAN seems to make designing faster and more error free.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	SÄHKÖTEKNIKASSA KÄYTETTÄVIEN DOKUMENTTIEN LAATIMINEN.....	7
2.1	Dokumentointiperiaatteet.....	7
2.1.1	Yleiset näkökohdat.....	7
2.1.2	Dokumentaation rakenne.....	7
2.1.3	Informaation esittäminen.....	8
2.2	Säännöt informaation esittämiselle.....	9
2.2.1	Luettavuus.....	9
2.2.2	Ristikkäiset viittaukset.....	9
2.2.3	Piirrosmerkit.....	10
2.2.4	Kaapelin johdintunnukset.....	10
2.3	Piirikaaviot.....	11
2.3.1	Yleistä.....	11
2.3.2	Liitännäviivat.....	12
2.3.3	Komponenttien kuvaamistavat.....	14
2.4	Taulukot.....	15
2.4.1	Yleistä.....	15
2.4.2	Viitetunnusten esittäminen.....	16
2.4.3	Liitännätaulukot.....	16
2.4.4	Otsikkotaulu.....	18
2.4.5	Osaluettelo.....	20
3	CADS ELECTRIC PRO.....	22
3.1	Perustietoa.....	22
3.2	Piirikaaviosuunnittelu.....	22
3.3	Komponentin luonti.....	27
3.4	Kotelosuunnittelu.....	29
3.5	Suunnitteluautomaatio.....	31
3.6	Tulostaminen.....	33
4	EPLAN ELECTRIC P8.....	34
4.1	Perustietoa.....	34
4.2	Piirikaaviosuunnittelu.....	34
4.3	Komponentin luonti.....	37
4.4	Kotelosuunnittelu.....	38
4.5	Suunnitteluautomaatio.....	40
4.6	Tulostaminen.....	43

5	E <sup>3</sup> .....	45
5.1	Perustietoa.....	45
5.2	Piirikaaviosuunnittelu .....	45
5.3	Komponentin luonti .....	53
5.4	Kotelosuunnittelu.....	55
5.5	Suunnitteluautomaatio .....	57
5.6	Tulostaminen .....	57
6	VERTEX ED.....	60
6.1	Perustietoa.....	60
6.2	Piirikaaviosuunnittelu .....	60
6.3	Komponentin luonti .....	65
6.4	Kotelosuunnittelu.....	67
6.5	Suunnitteluautomaatio .....	68
6.6	Tulostaminen .....	69
7	VERTAILU .....	70
7.1	Piirikaaviosuunnittelu .....	70
7.2	Komponentin luonti .....	71
7.3	Kotelosuunnittelu.....	72
7.4	Suunnitteluautomaatio .....	72
7.5	Tulostaminen .....	72
7.6	Hinta.....	73
8	POHDINTA.....	75
	LÄHTEET.....	76

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä vertaillaan neljää eri Windows-käyttöjärjestelmällä käytettävää suunnitteluohjelmaa ja selvitetään niistä työn teettäjän tarpeisiin käyttökelpoisin sähkö- ja kotelosuunnitteluun. Kyseiset ohjelmat ovat CADS, EPLAN, E<sup>3</sup> ja Vertex. Vertailussa otetaan huomioon ohjelmien useita eri ominaisuuksia, kuten piirikaavio- ja kotelosuunnittelu, tietojen muokkaus tietokannan kautta, suunnitteluautomaatio sekä kuvien ja listojen tulostaminen. Myös ohjelmistojen hinta on tärkeässä osassa valintaa ajatellen.

Työn toimeksiantajana toimii tamperelainen insinööritoimisto, jonka sähkösuunnittelun tarpeet tulisi täyttää ohjelma, joka on nopea ja helppokäyttöinen, sisältää automatisoituja toimintoja sekä missä tietojen muokkaaminen on sujuvaa. Esimerkki automatisoidusta toiminnosta voisi olla automaattinen johdotusviivan piirto, mikä säästää huomattavasti aikaa. Sähkösuunnittelua helpottaa paljon myös se, että käytettävä ohjelma on älykäs ja ohjaa suunnittelijaa tekemään oikeita ratkaisuja. Kyseiset ratkaisut voivat olla esimerkiksi oikeiden komponenttien valinta käytettävälle jännitetasolle, sallitun johdinmäärän ylittäminen liittimessä, oikosulun estäminen tai kotelon tilavarauksen ylittäminen. Kun jo suunnitteluvaiheessa kiinnitetään huomiota piirikaavioiden virheentarkistukseen, projektin ollessa valmis siihen ei tarvitse kuluttaa niin paljon aikaa. Kotelosuunnittelussa 3D-mallinnus on hyvin tärkeässä osassa ja tarjoaa tilavarauksen kannalta tietoa, mitä 2D-kuvassa ei nähdä.

Isoissa projekteissa, missä voi olla satoja tai tuhansia komponentteja, laitetietojen massamuokkaus on liian hidasta sekä työlästä tehdä piirikaavioissa yksitellen joka laitteelle erikseen. Tästä syystä piirikaavioiden sisältämä data pitää sitoa tietokantaan, minkä perusteella tietoja voidaan muokata nopeasti listamuodossa, esimerkiksi Excelissä, ja tuoda takaisin suunnitteluohjelmaan, jolloin muokatut tiedot päivittyvät kuviin automaattisesti.

Tärkeiden tietojen ja luetteloiden, kuten osa-, kaapeli- ja kytkentäluettelot tulostaminen osien hankinnan ja asentamisen kannalta on hyvin tärkeää. Piirikaavioiden tulisi olla digitaalisessa muodossa älykkäitä, eli niissä tulisi pystyä navigoimaan johdotusviittausten tai tunnusten perusteella.

## **2 SÄHKÖTEKNIKASSA KÄYTETTÄVIEN DOKUMENTTIEN LAATIMINEN**

Tässä luvussa käsitellään SFS-EN 61082-1 –standardia koskien sähköteknisen dokumentoinnin sekä piirikaavioiden ulkoasua. Luvussa perehdytään myös siihen, miten suunnitteluohjelmistojen pitäisi ottaa kyseinen standardi huomioon.

### **2.1 Dokumentointiperiaatteet**

#### **2.1.1 Yleiset näkökohdat**

Sähkösuunnitteluohjelmien perimmäinen tarkoitus on tuottaa laitteen tai laitteiston valmistamiseen, asennukseen tai huoltoon tarvittavat dokumentit. SFS-EN 61082-1 –standardi määrittelee teknisen dokumentaation seuraavasti: ”Tekninen dokumentaatio on keskeistä tuotteen tai järjestelmän hahmottelulle, suunnittelulle, valmistukselle, asennukselle, käytölle, huoltamiselle ja purkamiselle. Teknisen dokumentaation tarkoitus on antaa informaatiota tarkoituksenmukaisessa muodossa. Se on lisäksi olennainen menetelmä todistaa ja taata, että tuotteeseen ja järjestelmään liittyvät turvallisuus-, ympäristö-, ja laatuvaatimukset on täytetty. Tekninen dokumentaatio edustaa merkittävää osaa sopimuksesta laitteen toimituksessa ja muodostaa olennaisen osan myynnin jälkeisistä prosesseista.” (SFS 2006.) Sähkösuunnitteluohjelmiston vaatimuksena olisi siis tuottaa edellä mainitut dokumentit, kuten piirikaaviot sekä luettelot, mahdollisimman helposti ja selkeästi, mikä helpottaa suunnittelun jälkeisiä työvaiheita.

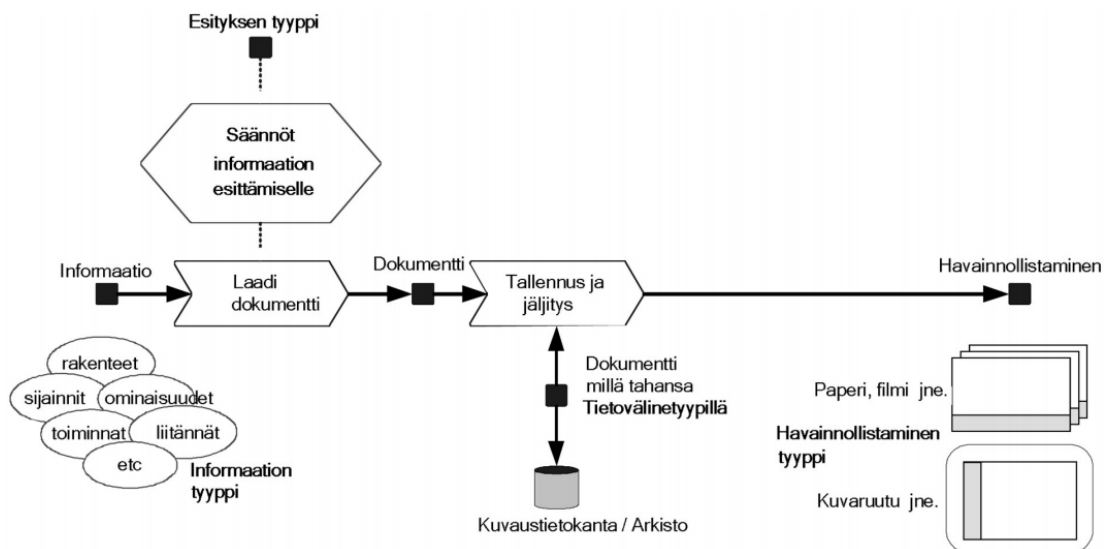
#### **2.1.2 Dokumentaation rakenne**

Kun suunnitellaan laitetta tai laitteistoa, informaatio voidaan ryhmitellä puumuotoisiin rakenteisiin, kuten esimerkiksi suunnitteluohjelmassa käytettävä projektipuu. Sen avulla kohde voidaan jakaa osakohteisiin, kuten esimerkiksi prosessi jaetaan pienempiin prosesseihin tai tuote osatuotteisiin. Jokaiselle osakohteelle on tuotettava omat dokumentit, jotka kuvaavat sitä mahdollisimman tarkasti ja selkeästi. Kohde yksilöidään käyttämällä kohdetunnusta, mitä käytetään myös osana dokumentin tunnusta. Näin myös jokaisesta tuotetusta dokumentista saadaan yksilöllinen. Projektin osista muodostuu hierarkia, jossa informaatio esitetään yksityiskohtaisesti peräkkäisillä tasoilla.

### 2.1.3 Informaation esittäminen

Esimerkiksi piirikaavioissa olevan informaation on oltava yksikäsitteistä sekä käytännölliseen käyttöön tarkoitettua. Suurissa projekteissa sama informaatio saatetaan esittää eri dokumenteissa käyttäen samaa tai eri dokumenttityyppiä, jolloin informaation on oltava yhtenäistä kaikissa esittämissaikoissa.

Kun suunniteltavan projektin informaatio varastoidaan dokumenttina, voidaan soveltaa kuvan 1 mukaista käytäntöä, kun dokumentti laaditaan. Dokumentti voidaan laatia esimerkiksi tietokoneavusteisella järjestelmällä (CAx-järjestelmällä) tai suoraan paperille.



KUVA 1. Tietokannassa laaditut ja tallennetut dokumentit (SFS 2006)

Projektin alussa määriteltyjen sääntöjen sekä tietojen, kuten ominaisuuksien, rakenteiden, toimintojen sekä sijaintien perusteella laaditaan dokumentaatio, joka tallennetaan tietokantaan tai arkistoidaan. Dokumenttia tarvittaessa, se tuodaan havainnollistettavaan muotoon yleensä tulosteena paperille tai digitaalisena kuvaruudulle, josta sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi asennus- tai huoltotehtävissä.



## 2.2 Säännöt informaation esittämiseksi

### 2.2.1 Luettavuus

Dokumenttien luettavuudella on suuri merkitys muun muassa asennusvaiheen virheiden eliminoimisen kannalta. SFS-EN 61082-1 –standardi määrittelee dokumenttien luettavuuden seuraavasti: ”Joka kerran kun informaatio esitetään käyttäjälle, on esityksen oltava luettavissa tarkoitetuissa käyttöolosuhteissa. Luettavuus riippuu:

- käytetyistä esitysmuodoista ja niiden yhdistelmistä
- siitä miten esitys jaetaan eri sivuille
- sivujen koosta
- ennakoituista sivun koon muutoksista
- yksinkertaistusmenetelmien käytöstä
- hyperlinkkien käytöstä
- staattisten tai dynaamisten esitysten käytöstä
- käytetystä informaation esittämisen tietovälineestä esim. paperi tai näytöt.” (SFS 2006.)

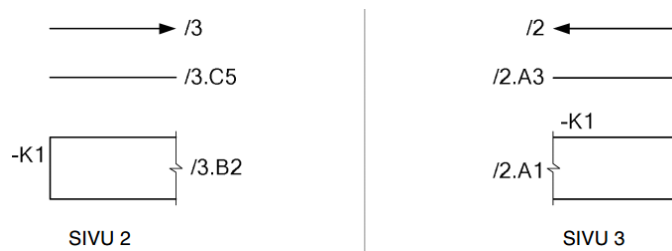
Suunnitteluohjelmistoilla tuotettu informaation esittämistä lukijalle voidaan helpottaa esimerkiksi seuraavista objekteista koostuvilla yhdistelmillä:

- piirrosmerkeistä
- viivoista
- tekstistä ja tekstijonoista
- kuvista
- kohteiden ääri viivoista
- väreistä, varjostuksista ja rasteroinneista.

### 2.2.2 Ristikkäiset viittaukset

Kun suunnitellaan projektia, joka sisältää piirikaavioita useita sivuja, on lähes pakollista käyttää ristikkäisviittauksia. Niiden avulla voidaan johdotusta jatkaa arkilta toiselle siististi ilman turhia mutkia johdotusviivoissa. Ristikkäisviittaus viittaa yleensä dokumenttiin, dokumentin sivuun tai sivulla olevaan vyöhykkeeseen ja sen avulla voidaan yleensä navigoida projektissa, kun suunniteltavat kaaviot ovat avoimena ohjelmistossa. Standardin SFS-EN 61082-1 mukaan viittaus on esitettävä seuraavassa

järjestyksessä kuvan 2 mukaisesti, jossa ensimmäinen merkki on dokumentin tunnus, toinen merkki on sivun tunnus ja kolmas merkki on sarakkeen, rivin tai vyöhykkeen tunnus.



KUVA 2. Esimerkkejä ristikkäisviittausten soveltamisesta (SFS 2006)

### 2.2.3 Piirrosmerkit

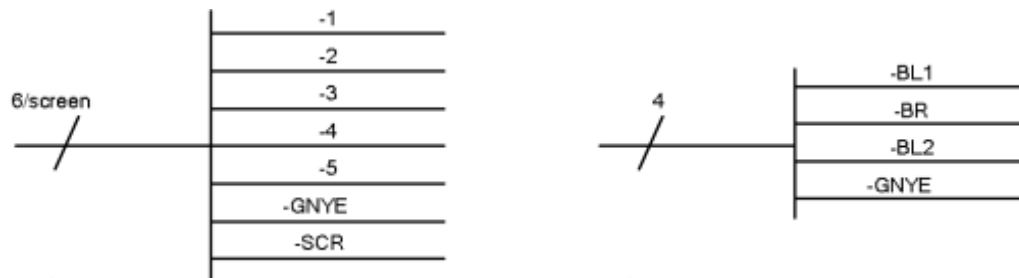
Sähkösuunnitteluohjelmistojen sisältävien piirrosmerkkien (symbolien) on oltava vastaavien IEC-, ISO- tai IEC/ISO-standardien mukaisia, esimerkiksi IEC 60617 sähköalueen kohteille kaavioissa ja asennuspiirustuksissa. CAx-sovelluksissa käytettyjen piirrosmerkkien (symbolien) olisi oltava lisäksi standardin IEC 81714-2 mukaisia. Kun piirrosmerkeillä on vaihtoehtoisia muotoja, olisi valittava muodot, jotka ovat soveltuvat esitettävän informaation tarkoitukseen. (SFS 2006.)

Piirrosmerkin merkitys määritellään sen muodon ja sen sisällön mukaan. Koko ja viivan vahvuudet eivät vaikuta sen merkitykseen. Piirrosmerkit olisi esitettävä tukemaan valittua virtauksen pääsuuntaa kaaviossa. Kun kaavioon sijoitettavan piirrosmerkin asento syystä johtuen poikkeaa asennosta, joka piirrosmerkillä on piirrosmerkkistandardissa, piirrosmerkkistandardista otettu piirrosmerkki voidaan kääntää tai esittää peilikuvanaan ellei sen merkitys siitä johtuen muutu. Piirrosmerkkien kirjaimet, käyrät tai tulo/lähtömerkinnät olisi suunnattava vaakasuoraan tai pystysuoraan ja tarkoitettuina luettavaksi sivun alareunan tai oikean reunan puolelta. (SFS 2006.)

### 2.2.4 Kaapelin johdintunnukset

Kaapelin johtimet olisi yksilöitävä johtimien viitetunnuksilla, esim. valmistajien antamalla johdinnumeroilla tai johdinvärien koodeilla, kuten kuvassa 3 on esitetty. Vasemmalla nähdään kaapeli, jossa on johtimeen painetut numerot sekä yksi johdin merkitty värillä. Kaapeli on varustettu konsentrisella johtimella. Oikealla on kaapeli,

jossa on väreihin merkityt johtimet, kaksi mustaa johdinta. Ellei kaapelin valmistaja ole varustanut kaapelia johdintunnuksilla, olisi käytettävä johtimelle tarkoitettua viitetunnusta. (SFS 2006.)



KUVA 3. Esimerkkejä kaapelin johdintunnuksista (SFS 2006)

## 2.3 Piirikaaviot

### 2.3.1 Yleistä

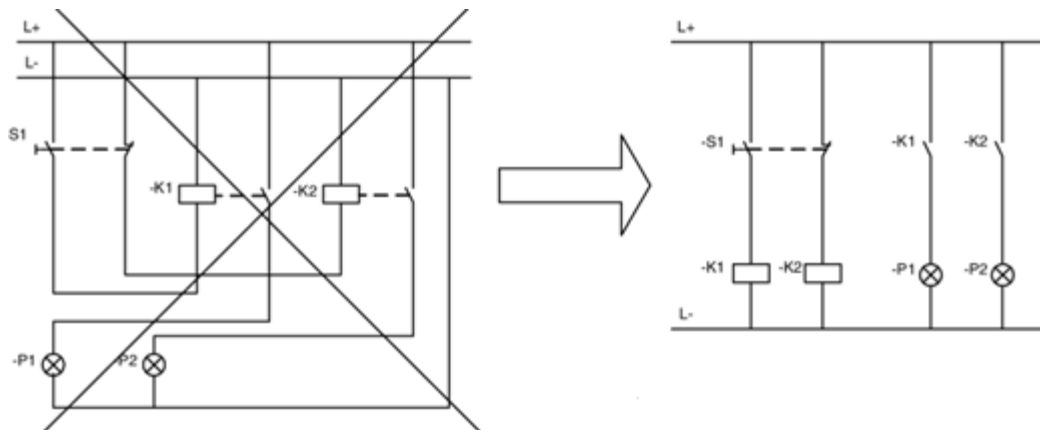
Sähkösuunnitteluohjelmistojen yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on kyky tuottaa piirikaavioita. Kaikissa ohjelmissa perusajatus on sama, eli asettaa symboleja arkille ja yhdistää ne viivoin. Jotkin ohjelmat ovat tässä nopeampia käyttää kuin toiset ja missä ne eniten poikkeavat toisistaan, on tapa muokata ja esittää informaatiota, kuten kaapeli- ja laitetietoja sekä muita attribuutteja. SFS-EN 61082-1 –standardi määrittelee piirikaavion seuraavasti: ”Piirikaavion on esitettävä kohteen toteutuksen yksityiskohdat sekä sen osana olevat komponentit ja niiden väliset liitännät, ottamatta huomioon esimerkiksi komponenttien fyysisiä kokoja ja muotoja. Piirikaavion on autettava kohteen toiminnan ymmärtämistä. Piirikaavio on laadittava käyttäen:

- piirrosmerkkejä
- liitäntäviivoja
- viitetunnuksia
- liitintunnuksia
- loogisille signaaleille soveltuvia signaalitason sopimuksia
- kulkureittien ja piirien etsimisessä tarpeellista informaatiota, kuten signaalitunnukset ja sijaintiviitteet
- kohteen toiminnan ymmärtämiseksi tarpeellista lisäinformaatiota.

Se voi sisältää myös ylimääräistä tietoa, kuten:

- Tekniset tiedot
- Viite muihin dokumentteihin
- Informaatio johdotuksen suorittamiseen
- Kaapeleiden ja johtimien tunnistaminen.” (SFS 2006.)

Piirikaavion tulee korostaa prosessin tai signaalin kulkua, asettamalla piirrosmerkit riviin ja pitämällä piirien liitännäviivat suorina, kuten kuvassa 4. Näin kuvasta tulee helpommin luettava ja projektin dokumentointi säilyy yhtenäisenä.



KUVA 4. Piirrosmerkkien asettaminen riviin (SFS 2006)

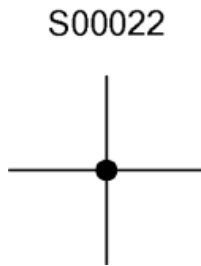
### 2.3.2 Liitännäviivat

Jotta vältetään epäselvyyksiltä risteävien viivojen tapauksissa, tulee niiden noudattaa standardin mukaista esitystapaa. Piirtoa nopeuttaa huomattavasti, kun suunnitteluohjelma sisältää pikanäppäimen tai helposti käytettävän työkalurivin liitännäviivan pään kääntämiselle. Kun kaksi viivaa yhdistetään tietyssä pisteessä, on liitännäkohdan oltava standardin IEC 60617 piirrosmerkkien S00019, S00020, S01414 tai S01415 mukaisia, kuten kuvassa 5 on esitetty. Piirrosmerkkiä S01415 käytetään graafiseen niputukseen ja sen osoittamiseen mistä suunnasta nippu siihen tulee.



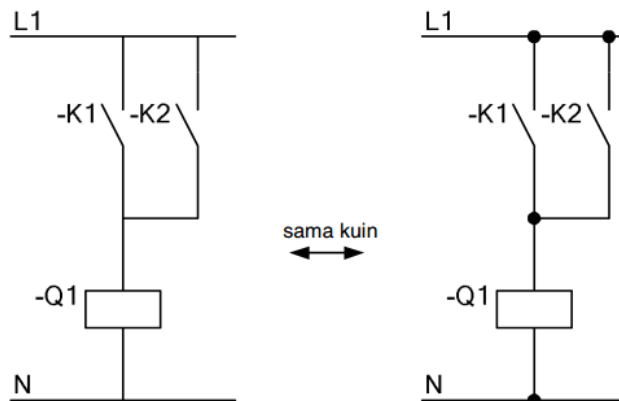
KUVA 5. Liitännäviivojen yhdistymisen kuvaus (SFS 2006)

Risteävien liitäntäviivojen välinen liitäntä on esitettävä käyttäen kuvan 6 mukaista piirrosmerkkiä S00022.



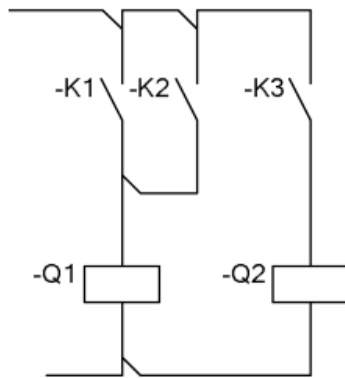
KUVA 6. Risteävien liitäntäviivojen kuvaus (SFS 2006)

Kuvassa 7 on esitetty esimerkki kytkennästä, jossa sovelletaan piirrosmerkkejä S00019 ja S00020.



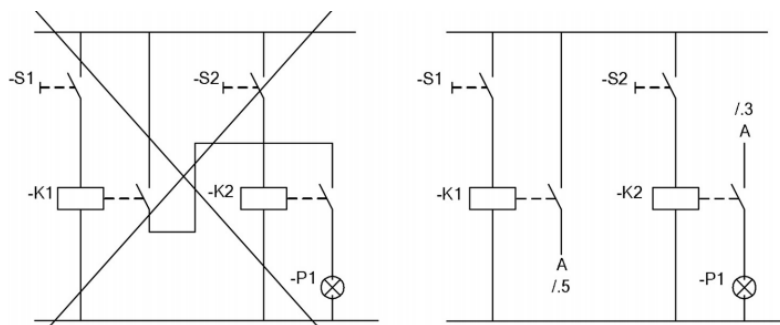
KUVA 7. Esimerkkejä liitäntäviivojen yhdistämisestä (SFS 2006)

Kuva 8 esittää esimerkin, jossa sovelletaan piirrosmerkkiä S01414. Piiri kuvaa samaa toimintoa kuin kuvassa 7, mutta sisältää havainnollistamisen kuinka johdotus on tehtävä.



KUVA 8. Esimerkki liitännäviivojen yhdistämisestä samalla osoittaen, missä fyysinen johdin kulkee (SFS 2006)

Piirikaavioita piirrettäessä on pyrittävä aina suuntaamaan liitännäviivat vaaka- tai pystysuoraan, paitsi niissä tapauksissa, joissa vinot viivat parantavat luettavuutta. Ne eivät saisi myöskään koskettaa muita piirrosmerkkejä ja niiden käännökset sekä risteämät olisi minimoitava. (SFS 2006.) Tämän onnistumiseksi viivoja täytyy katkaista kuvan 9 mukaisesti.



KUVA 9. Esimerkki käännöksien ja risteämien välttämiseksi (SFS 2006)

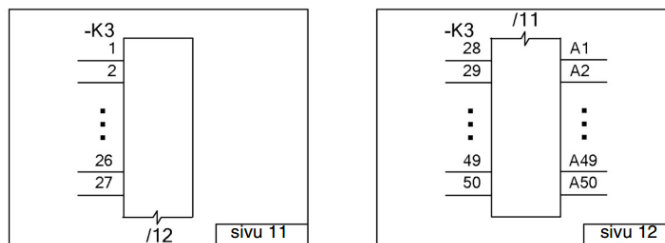
### 2.3.3 Komponenttien kuvaamistavat

Sähkösuunnittelussa käytettävä komponentti saatetaan kuvata yksittäisellä piirrosmerkillä tai useiden piirrosmerkkien yhdistelmällä. Piirrosmerkit komponenteille, jotka sisältävät liikkuvan osan, esim. koskettimen, on esitettävä SFS-EN 61082-1 –standardin määrittelemässä asennossa tai tilassa ellei kaaviossa tai sitä tukevassa dokumentaatiossa toisin määritellä:

- yksiasentoiset käsitoimiset tai sähkömekaaniset komponentit, esim. releet, kontaktorit, jarrut ja kytkimet, lepotilassa tai sähköttömässä tilassa
- katkaisijat ja erottimet avoimessa POIS- / EI-asennossa

- muille kytkinlaitteille, jotka voivat olla levossa jommassakummassa asennossa tai tilassa, on kaaviossa annettava tarvittaessa selitys
- yksiasentoiset käsitoimiset ohjauskytkimet, joilla on merkitty POIS- / EI-asento, tässä asennossa
- ohjauskytkimet, ilman merkittyä POIS- / EI-asentoa, kaaviossa määritellyssä asennossa
- ohjauskytkimet hätätoimintaan, valmiuteen, hälytykseen, testaukseen jne. olisi esitettävä laitteen normaalin huollon mukaisessa tai muussa täsmällisesti määritetyssä asennossa
- kytkimet joita ohjataan vivulla, sellaiseen muuttujaan kuin asento, taso, nopeus, paine, lämpötila, jne., perustuvat apukytkimet, kaaviossa määritellyssä asennossa.

Jos käytetty piirrosmerkki kuvaa suuren joukon liittimiä sisältävää laitetta niin, ettei ole mahdollista esittää piirrosmerkkiä kaavion yhdellä sivulla ja ellei muu laitteen esittäminen ole mahdollinen, piirrosmerkki olisi jaettava sopivissa paikoissa ja piirrosmerkin eri osat olisi esitettävä eri sivuilla, voidaan käyttää kuvan 10 mukaista esimerkkiä.



KUVA 10. Esimerkki piirrosmerkin jaetusta esittämisestä (SFS 2006)

## 2.4 Taulukot

### 2.4.1 Yleistä

Taulukon jokaisen rivin on oltava selvästi erotettavissa muista riveistä ja taulukon jokaisen sarakkeen on oltava selvästi erotettavissa muista sarakkeista. Esitettävän informaation laji on merkittävä selvästi jokaisessa sarakkeessa ja rivillä. Tämän merkinnän, esimerkiksi otsikkorivin tai otsikkosarakkeen on oltava esityksen jokaisella sivulla.

### 2.4.2 Viitetunnusten esittäminen

Viitetunnusten ja tunnisteiden (esim. liitintunnuksien mukaan lukien viitetunnukset, signaalitunnukset) esittämiselle taulukossa on voimassa seuraavat säännöt:

- Taulukon sarakkeissa olevat tunnisteet saatetaan yksinkertaistaa esittämällä yhteinen alkukirjainosa taulukon sarakkeen otsikossa, ja jättäen yhteinen alkukirjainosan pois kohteen tunnisteiden esityksestä kyseisessä sarakkeessa, kuten kuvan 11 esimerkissä
- Sarakkeessa olevat tunnisteet, joiden edessä ei ole tälle sarakkeelle kuuluvaa yhteistä alkukirjainosaa, on varustettava edeltävällä merkillä “SUUREMPI KUIN” (>)
- Samankaltaiset tunnisteet taulukon sarakkeen peräkkäisillä riveillä saatetaan esittää vain ensimmäisellä asiaankuuluvalla rivillä. (SFS 2006.)

Viite Tunnus -AB1	
-C2	
-R1	
-R2	
-AR11	
-K9	
>-AB2-C1	
>-XY7-R9	

KUVA 11. Esimerkki yhteisen alkukirjainosan asettamisesta taulukon otsikoissa (SFS 2006)

### 2.4.3 Liitántätaulukot

Liitántätaulukoista on suuri apu asennusvaiheessa, sillä ne tarjoavat informaatiota:

- yksikön tai laitteiston komponenttien keskeisistä fyysisistä (sisäisistä) liitännöistä tai
- eri yksiköiden tai laitteistojen keskeisistä fyysisistä (ulkoisista) liitännöistä tai
- yhteen yksikköön tulevista fyysisistä (ulkoisista) liitännöistä. (SFS 2006.)

Se voi sisältää myös seuraavia tietoja:



- Ohjeita kaapelin laskemiseen, sen kulkureitistä, päättämisestä, liittamisestä, kiertämisestä, häiriösuojaamisesta jne. tai näitä koskevia menetelmiä
- Liitännän pituus
- Signaalitunnus ja/tai signaalia koskevat tekniset tiedot
- Erityisluokittelu tai –informaatio (SFS 2006.)

Liitääntäulukossa esitetyt liitääntäkohdat on yksilöitävä niiden tunnuksilla, esim. viitetunnuksella tai liitintunnuksilla. Yhdistettävät kaapelit ja kohteet on yksilöitävä selvästi esim. niiden viitetunnuksilla. Kaapelin johtimet on yksilöitävä kaapelivalmistajien antamalla johdintunnuksillaan, esim. johdinnumerolla tai värikoodilla. Seuraavan kaltaista lisäinformaatiota saatetaan liittää, kun dokumentin aiottuun käyttöön tarvitaan:

- johtimen tai kaapelin tyyppiä koskevaa informaatiota (esim. hyväksytty tyyppitunnus, tavaran tai osan numero, raaka-aine, rakenne, koko, eristyksen väri, nimellisjännite, johtimien lukumäärä, muut tekniset tiedot)
- johtimen tai kaapelin numero taikka viitetunnus
- ohjeita kaapelin laskemiseen, sen kulkureitistä, päättämisestä, liittamisestä, kiertämisestä, häiriösuojaamisesta jne. tai näitä koskevia menetelmiä
- johtimen tai kaapelin pituus. (SFS 2006.)

Taulukossa 1 nähdään esimerkki liitääntäulukosta, jossa liitännät on esitetty johdintunnusten mukaisesti peräkkäin. Taulukosta nähdään, kuinka esimerkiksi kaapelin W136 keltavihreän johtimen toinen pää on kytketty kohteessa –A4 olevan X1-liittimen PE-pinniin ja johtimen vastapäätä on kytketty saman nimiseen liittimeen kohteessa –B4.

TAULUKKO 1. Esimerkki liitântään perustuvasta liitântätaulukosta (SFS 2006)

Kaapelintunnus	Johdintunnus	Liitin -A4-X1	Vastapää -B4	Huom.
-W136	-GNYE	:PE	-X1:PE	
	-1	:11	-X1:33	
	-2	:17	-X1:34	
	-3	:18	-X1:35	
	-4	:19	-X1:36	
	-5	:20	-X1:37	Varalla
-W137	-GNYE	:PE	-X2:PE	
	-1	:12	-X2:26	
	-2	:13	-X2:27	
	-3	:14	-X2:28	
	-4	:15	-X2:29	
	-5	:16		Varalla
	-6			Ei liitetty

#### 2.4.4 Otsikkotaulu

Dokumentin sivun tunnistamisalueella esitetty otsikkotaulu sisältää informaation, joka on määritelty standardissa IEC 82045-2 määriteltyjen metadatan elementtien nimien mukaisesti. Nimet on esitetty taulukossa 2. Taulukko sisältää kaikki dokumentin tunnistamiseen sekä yksilöimiseen tarvittavat tiedot, kuten ID-numeron, revisionumeron, otsikkokentän, laatijan tiedot jne.

TAULUKKO 2. Metadatan elementtien nimet (SFS 2006)

No	IEC 82045-2	ISO 7200	Metadatan tunniste	Nimi standardissa ISO 7200 (V) = Välttämätön	Nimike otsikkotaulun esimerkissä
1	2	5.1.3	DocumentId	Tunnistusnumero (V)	Dokumentin Id
2	4	5.1.4	RevisionId	Muutoshakemisto	Muut.
3	11	5.1.6	DocumentPartId	Segmentin /arkin numero (V)	Sivunumero
4	106	5.3.10	RepresentationNumberOfPages	Sivujen lukumäärä	Sivujen lukumäärä
4a	---	---	---	---	Jatkuva sivu (ks. Huom. 3)
5	53	5.1.5	ReleaseDate	Julkaisupäiväys	Julkistamispäiväys
6	5	5.1.8	LanguageCode	Kielikoodi	Kieli
7	67	--	ReferenceObjectId	---	Kohdetunnus
8	19	--	DocumentClassIdIEC61355	---	DCC
9	11	5.1.6	DocumentPartId	Segmentin /arkin numero	Sivukoodi (IEC 61355)
10	18	5.3.6	DocumentClassName	Dokumentti tyyppi (V)	(Dokumenttilaji)
11	12	5.2.2	Title	Otsikko (V)	(Otsikko)
12	86	5.1.2	OrganizationOwner	Juridinen omistaja	(Omistajaorganisaatio)
13	30	5.3.2	OrganizationalUnit	Vastuullinen osasto	Vastuullinen osasto
14	---	5.3.3	---	Tekninen viite	Tekninen viite
15	36	5.3.5	CreatorName	Laatija (V)	Laatinut
16	48	5.3.4	ApprovedByPerson	Hyväksyvä henkilö (V)	Hyväksynyt
17	69	---	ProjectId	---	Projektin Id
18	95	---	OrganisationCustomer	---	Asiakas
19	70	---	ProjectName	---	Projektin nimi
20	81	---	SupersedingDocumentId	---	Korvaa
21	79	---	BasedOnDocumentId	---	Perustuu
22	80	---	BasedOnDocRevisionId	---	(Perustuu)

Esimerkki otsikkotaulun ulkoasusta nähdään kuvassa 12. Solut sisältävät taulukon 2 mukaisia dokumentin yksilöimiseen tarvittavia tietoja selkeästi luettavana.

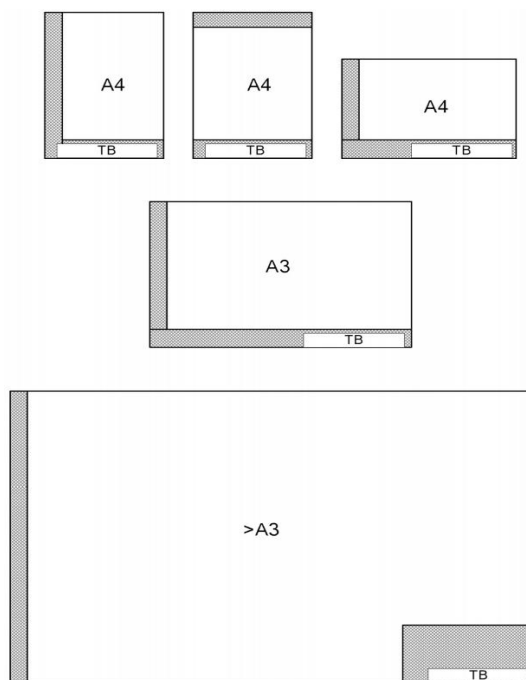
Vastuullinen osasto ENG1-4	Tekninen viite	Piirikaavio	Dokumentin tunnus =G1K1&EFS/MA1			
Yritys ABC	Laatinut L. Nimi	Syöttöveden pumppaus Ohjaus	Dokumentin Id X1-Y2-123456-78			
	Hyväksynyt H. Nimi		Muut. A	Julkist. päiv. 2004-07-15	Kieli en	Sivu 14/27

Jatkaminen vasemmalle:

	Projektin Id WSS-95-123
Korvaa	Yritys XYZ
Perustuu X1-Y2-123456-100-C	Veden syöttö, Pohjoispuoli

KUVA 12. Esimerkki täytetystä otsikkotaulusta (SFS 2006)

Kuva 13 esittää esimerkkejä tunnistamisalueiden ja mahdollisen otsikkotaulun (TB) sijaintipaikoista erikokoisilla arkeilla. Yleisin piirikaavion esittämistapa on poikittain oleva dokumentti, jonka alareunaan dokumentin pitkälle sivulle on lisätty otsikkotaulu.



KUVA 13. Esimerkkejä tunnistamisalueiden ja mahdollisten otsikkotaulujen sijaintipaikoista (SFS 2006)

## 2.4.5 Osaluettelo

Seuraavassa määritellyt osaluettelon tietokentät on tarkoitettu osaluetteloiden yleiskäyttöön. Osaluettelot on järjesteltävä sarakkeisiin ehyiden viivojen avulla, jotta

tieto voidaan syöttää SFS-ISO 7573 –standardissa määriteltyjen otsikoiden kohdalle esimerkkitaulukon 3 mukaisesti. Taulukko sisältää muun muassa tuotteiden kappalemäärät, yksilöivät osanumerot sekä nimitykset.

TAULUKKO 3. Esimerkki osaluettelosta (SFS 2009)

Osaviite	Määrä	Yksikkö	Viite-tunnus	Osanumero	Osan nimitys	Tekninen tieto, nimike	Huomautukset
1	1			AB123 001-55	Laitekylltti		
2	1			AB123 001-56	Etulevy		
3	2			AB123 001-57	Sivulevy	ISO 14583 – M5 x 16 – 8.8 – A2F	
4	6			AB123 009-68	Torx-kantainen ruuvi	ISO 4017 – M8 x 25 – 8.8 – A2F	
5	2			AB123 009-52	Kuusioruuvi	ISO 4032 – M8 – 8 - AF	
6	2			AB123 009-27	Kuusiomutteri		
7	1			AB123 009-95	Etiketti		merkintä: AB123456-1

### **3 CADS ELECTRIC PRO**

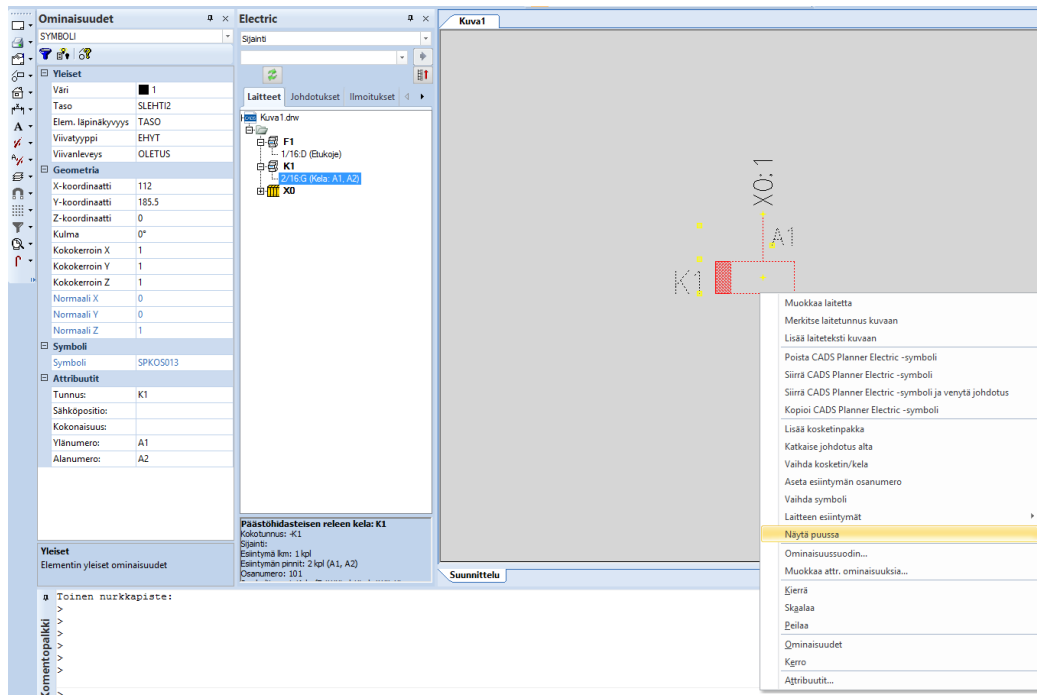
Tässä osiossa kerrotaan CADS:in perustietoja ja käydään sen ominaisuuksia yksityiskohtaisemmin läpi.

#### **3.1 Perustietoa**

CADS Planner Electric on Suomen käytetyin ja laajin sähkösuunnittelun ja -urakoinnin ohjelmisto. Se soveltuu laajasti sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin: rakennussähköistys, teollisuussähkö- ja automaatio sekä keskusten layout-suunnittelu. Sen on suunnitellut Kymdata Oy, joka on vuonna 1979 perustettu suomalainen CAD-ohjelmistotalo. Sen uusin versio on numeroltaan 16.1. (CADS 2015.)

#### **3.2 Piirikaaviosuunnittelu**

CADS:in piirikaaviosuunnittelu tapahtuu Piirikaaviot-sovelluksella, joka sisältää piirikaavioiden suunnitteluun soveltuvat työkalurivit. Ohjelman perusnäkyvä sisältää kuvan 14 mukaisen projektipuun sekä Ominaisuudet-ikkunan. Kun piirtoalueella valitaan jokin komponentti, se tulee aktiiviseksi Ominaisuudet-ikkunassa ja sen tietoja ja kokoa voidaan nopeasti muokata. Piirtoalueella valittu komponentti voidaan etsiä projektipuusta ”Näytä puussa”-toiminnolla. Etsintä toimii tietenkin myös puusta piirtoalueelle. Projektipuun näyttää laitteet sijainti- tai piiriperusteisesti sekä johdotukset. Kaapelien johdotustiedot näkyvät reaaliaikaisesti mistä-mihin periaatteella, jolloin piirtoalueella tapahtuvat muutokset päivittyvät myös puuhun.



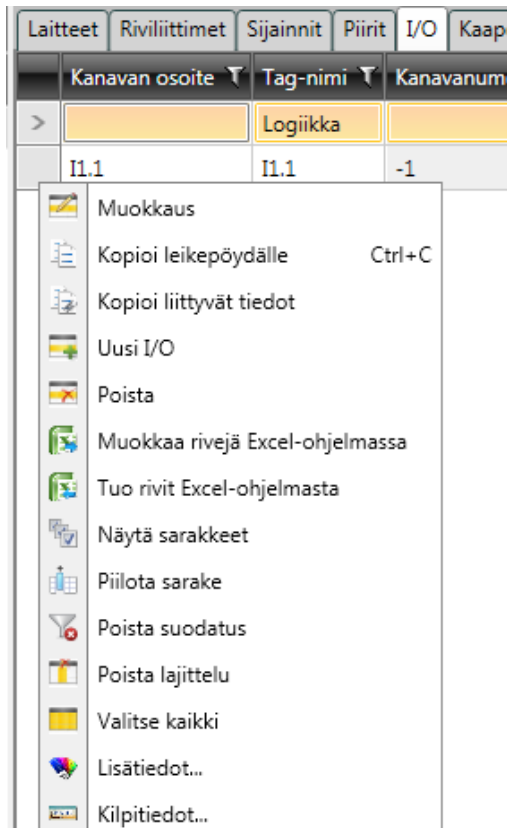
KUVA 14. Projektipuu ja Ominaisuudet -ikkuna

Projektipuusta päästään kuvan 15 mukaiseen tietokantatyökaluun valitsemalla projektipuusta ”Muokkaa projektia”. Tietokantatyökalu sisältää myös projektipuun ja siitä voidaan tarkastella projektin useita luettelotietoja, kuten esimerkiksi laitteet, riviliittimet ja kaapelit, ja sieltä käsin niiden tietoja sekä tyyppejä voidaan myös muokata, jolloin muutetut tiedot päivittyvät myös kuvaan. Tietoja voidaan suodattaa sekä järjestellä halutusti, mikä tekee tiedon hausta nopeaa.

Sijainti	Tunnus	Kokotunnus	Laitetyyppi	Sijainti	Laitteen kuvaus
130101_CADS ja DB	01A	=M_31161+MCC1-01A	Liitin	=M_31161+MCC1	
	01A-F10	=M_31161+MCC1-01A-F10	Etukoje	=M_31161+MCC1	
	01A-K10	=M_31161+MCC1-01A-K10	Tuntematon	=M_31161+MCC1	
	01A-K20	=M_31161+MCC1-01A-K20	Tuntematon	=M_31161+MCC1	
	01A-K91	=M_31161+MCC1-01A-K91	Tuntematon	=M_31161+MCC1	
	01A-K92	=M_31161+MCC1-01A-K92	Tuntematon	=M_31161+MCC1	
	01A-Q01	=M_31161+MCC1-01A-Q01	Kontaktori	=M_31161+MCC1	
	01A-Q02	=M_31161+MCC1-01A-Q02	Kontaktori	=M_31161+MCC1	
	01A-Q11	=M_31161+MCC1-01A-Q11	Etukoje	=M_31161+MCC1	
	01A-X02	=M_31161+MCC1-01A-X02	Riviliitinrima	=M_31161+MCC1	
	01A-X10	=M_31161+MCC1-01A-X10	Riviliitinrima	=M_31161+MCC1	
	01B	=M_31162+MCC1-01B	Liitin	=M_31162+MCC1	
	01B-F10	=M_31162+MCC1-01B-F10	Etukoje	=M_31162+MCC1	
	01B-K10	=M_31162+MCC1-01B-K10	Tuntematon	=M_31162+MCC1	
	01B-K20	=M_31162+MCC1-01B-K20	Tuntematon	=M_31162+MCC1	
	01B-K91	=M_31162+MCC1-01B-K91	Tuntematon	=M_31162+MCC1	
	01B-K92	=M_31162+MCC1-01B-K92	Tuntematon	=M_31162+MCC1	
	01B-Q01	=M_31162+MCC1-01B-Q01	Kontaktori	=M_31162+MCC1	
	01B-Q02	=M_31162+MCC1-01B-Q02	Kontaktori	=M_31162+MCC1	

KUVA 15. Projektin tietokantatyökalu

Tietokantatyökalulla voidaan myös käsitellä I/O-luetteloita. Luetteloita on myös mahdollista tuoda Excelistä ja viedä takaisin kätevästi kuvan 16 mukaisella valikolla.



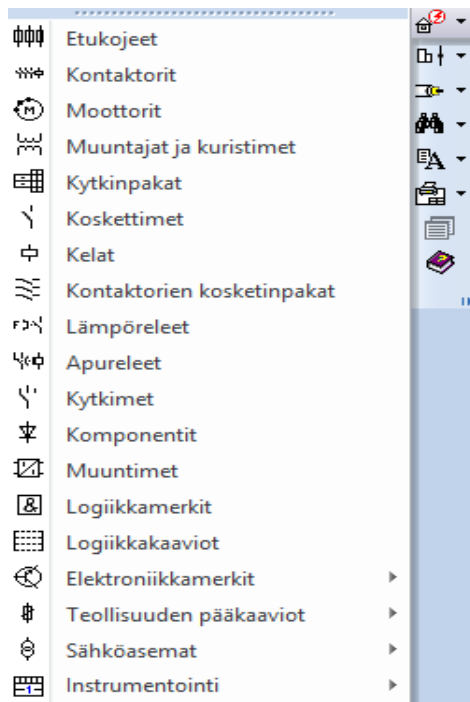
KUVA 16. Tietokantatyökalun I/O-luettelo

Uuden I/O:n määrittely voidaan tehdä suoraan tietokannasta ja sille voidaan määrittää kuvan 17 mukaisia tietoja. Listojen pohjalta voidaan generoida logiikkakaavioita esimerkiksi mukana tuleviin valmiisiin pohjakuviin. Ohjelmisto sisältää valmiina myös eri logiikkavalmistajien, kuten Siemens, I/O-moduuleja sekä keskusyksiköitä. Myös omien korttien ja laitteiden luominen on mahdollista.



KUVA 17. Uuden I/O:n määrittely

CADS sisältää kattavan kuvan 18 mukaisen symbolikirjaston, jonka lisäksi omien symbolien teko on myös mahdollista. CADS sisältää myös kattavan kaapelitietokannan, josta kaapeleita voidaan tuoda projektiin vapaasti. Se sisältää yleisimmät A/V-, voima-, asennus-, ja tiedonsiirtokaapelit suurimmilta valmistajilta, kuten Rekalta, Drakalta ja Nexansilta.



KUVA 18. Symbolikirjasto

Kuvan 19 mukaisessa ikkunassa voidaan määrittellä esimerkiksi piirrettävän kaapelin tunnus, tyyppi sekä sijaintitiedot. Listaan on mahdollista tuoda kaapeleita CADs:in laajasta kaapelitietokannasta.

Tunnus: W1

Mistä

Sijainnista

Laitteelta

Mihin

Sijaintiin

Laitteelle

Pituus/määrä:  Jännite:

Toimittaja:  Asentaja:

Laji:  Huomautus:

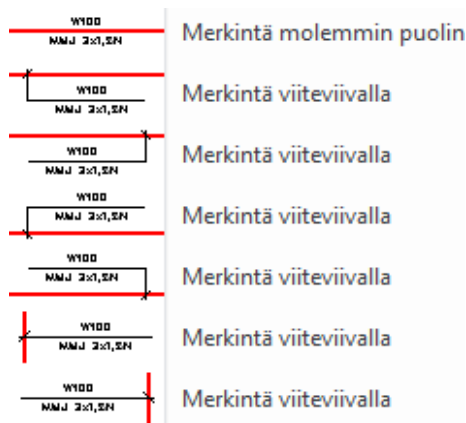
Kaapelityyppi

Tyyppi:

Tyyppi	Valmistaja	Tekniset tiedot	Tekniset tiedot
DRAKAFLEX H07RN-F 5G1,5	Draka	450/750 V	-25...+60°C
VSKB TARMO 5G2.5	Draka	300/500 V	-50...+60°C
MCMK 4x10/10 RM	Draka	0,6/1 kV	-15...+70°C
MCMK 4x16/16 RM	Draka	0,6/1 kV	-15...+70°C
MMJ 3x1.5	Nexans	300/500 V	-15...+70°C
MMJ 3x2.5	Nexans	300/500 V	-15...+70°C
MMJ 5x1.5	Nexans	300/500 V	-15...+70°C
MMJ 2x1.5 N	Draka	300/500 V	-15...+70°C
MMJ 5x2.5 S	Draka	300/500 V	-15...+70°C

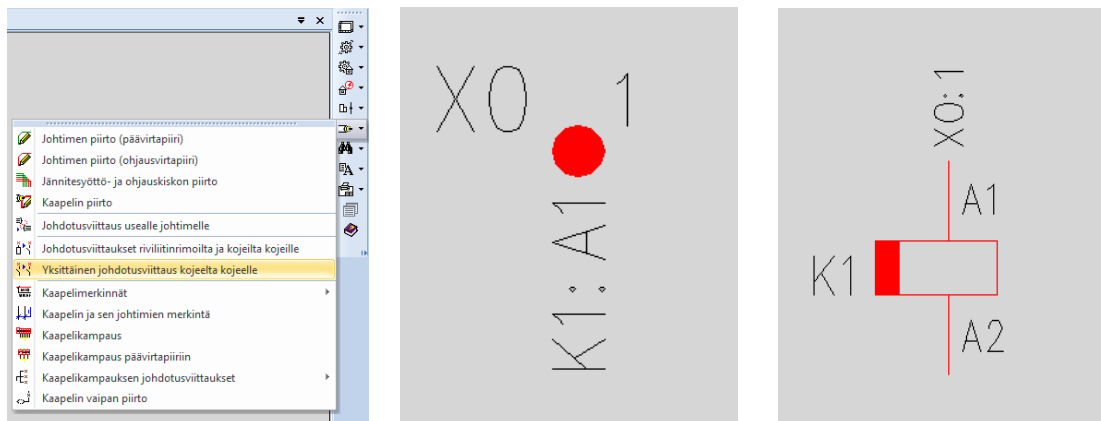
KUVA 19. Piirrettävän kaapelin määrittäminen

Kuvassa 20 on esitelty erilaisia tyyplejä kaapelimerkinnöille. Kaapelimerkintä on mahdollista lisätä suoraan kaapelin ylle tai alle, tai käyttää viiteviivaa.



KUVA 20. Kaapelimerkinnät

Johtimen piirto onnistuu yksinkertaisesti hiirellä valitsemalla ensin piirretäänkö pää- vai ohjausvirtapiiriä ja sitten vetämällä johdin kytkentäpisteiden välille. Automaattisia toimintoja tai mahdollisuutta usean yhteysviivan samanaikaiselle piirrolle ohjelmasta ei löydy. Arkilta toiselle johdotusta piirrettäessä käytetään kuvassa 21 vasemmalla sijaitsevaa valikkoa ristikkäisviittaukselle. Valitaan yksinkertaisesti ensin kuvassa keskellä sijaitseva lähtevä kytkentäpiste ja sen jälkeen toisella arkilla sijaitseva tuleva kytkentäpiste, joka nähdään kuvassa oikealla. Viittauksia voidaan käyttää hyväksi myös kuvissa navigoitaessa tuplaklikkaamalla viittaustekstiä, jolloin ohjelma näyttää osoitteen sijainnin piirtoalueella.



KUVA 21. Ristikkäisviittaukset

### 3.3 Komponentin luonti

Symbolin luonti voidaan aloittaa muokkaamalla jo valmista symbolia, kuten esimerkiksi valitsemalla etukoje piirtoalueelta ja muokkaamalla siitä oma etukoje. Aloitus voidaan tehdä myös valitsemalla mikä tahansa viivanpiirtotyökaluilla luotu objekti ja lisäämällä

siihen johdotuspisteitä sekä muita tietoja kuvan 22 mukaisella työkalulla. Symbolille voidaan lisätä erittäin monipuolisesti valmiiksi määritettyjä attribuuttipisteitä, kuten esimerkiksi tunnus, valmistaja, asiakastunnus, kokotiedot sekä sähköiset tiedot. Symbolin ulkonäön sekä attribuuttien muokkauksen jälkeen se voidaan tallentaa käyttäjän määrittämään valikkoon, esimerkiksi käyttäjän omiin symboleihin tai omiin etukojeisiin, mistä se on helposti saatavilla suunnittelua varten.

Symbolin tallennus

Symbolin nimi:  
SO

Määritä symbolin kohdistuspiste

Johdotuspisteet  
Symboliin on määritetty 3 johdotuspistettä

Määritä Poista Poista kaikki

Katkaisupisteet  
Johdotuspisteistä 2 on katkaisevia

Määritä Poista Poista kaikki

Symbolin tiedot  
Symbolityyppi:  
Etukoje

Laitteen koottu esitys  
Laitteen osa  
Muu

Symbolityypin valinta...

Symbolin perusjako  
2.5 mm  
3.5 mm

Piirretyn symbolin perusjako. Symbolit tallennetaan levyille aina 3.5 mm jaossa. Jos symboli on piirretty 2.5 mm jaolla, määritä tähän jaoksi 2.5 mm, jolloin tallennus skaalaa koon automaattisesti 3.5 mm jakoon.

Attribuutit

Attribuutti	Kehote	Oletusarvo
E_ID	Tunnus:	
E_ELPOSID	Sähköpositio:	
E_OBJECTID	Kokonaisuus:	
E_ELEC1	Sähkö 1:	
E_TYPE	Tyyppi:	
E_MANUFACTU...	Valmistaja:	

Lisää... Poista Muokkaa

Lisää kuvakevalikkoon

Kuvakevalikko, johon symboli tallennetaan:  
Omat etukojeet

Symbolin hakupainikkeen kuvausrivi:  
Osoita kuvakkeen alue

Piirto ja muokkaus  
- Suorita

OK Peruuta Ohje

KUVA 22. Symbolin muokkaustyökalu

Valitsemalla projektipuussa ”Muokkaa laitetta”, avautuu kuvan 23 mukainen ikkuna, jossa voidaan laitteelle määrittää useita eri tietoja, kuten tunnus, sijainti, tyyppi jne. Ikkuna näyttää myös symbolin. Laitteelle on mahdollista määrittää vain yksi symboli, joten laitteen layout-symboli täytyy luoda Kotelosuunnittelu-luvun mukaisesti.

**Laitteen ominaisuudet**

Tunnus: F1 Sijainti: ...

Kokotunnus: -F1 Laitetyyppi: Etukoje

Asiakastunnus: F1 Piiri: ...

Suunnittelualue: ... Tuotemalli: ...

Laiteteksti 1: ... Laiteteksti 2: ...

Laiteteksti 3: ... Laiteteksti 4: ...

Laitteen kuvaus: ... Autom. poisto sallittu:

Järjestys: 0 Poistettava:

Symbolin nimi	Tag	Symbolityyppi	Symboli	Sijoitettu
> SPEK001		Etukoje	☐	<input checked="" type="checkbox"/>

KUVA 23. Laitteen ominaisuudet

Laitteelle on mahdollista määrittää myös esimerkiksi jonkin laitevalmistajan tuotetiedot, kuvan 24 mukaisesta tuotetietotietokannasta. CADS sisältää valmiina joidenkin laitevalmistajien tuotetietoja hyperlinkkeineen, mutta myös omien luetteloiden tuominen onnistuu Excelistä sekä Accessista. Näin symbolista voidaan luoda oikea laite tuotetietoineen.

**Tuotetietojen valinta**

Tuotetietokanta: ABB Projektin tuotetiedot Lisää tuotetieto projektiin

Vapaa suodin: sulake

Vedä tähän sen sarakkeen otsikko, jonka sisällön mukaan haluat ryhmittää.

Lr	Nin	Sähkönum	Valmistaja	Tyyppi	Tekniset tied	Nimi 1, suomi	Nimi 2, su
15CA0	3110163	ABB	OFAA00H50	KAHVASULAKE 690V, 50A, DIN 00	OFAA00H50		
15CA0	3110165	ABB	OFAA00H63	KAHVASULAKE 690V, 63A, DIN 00	OFAA00H63		
15CA0	3110166	ABB	OFAA00H80	KAHVASULAKE 690V, 80A, DIN 00	OFAA00H80		
15CA0	3110167	ABB	OFAA00H100	KAHVASULAKE 690V, 100A, DIN 00	OFAA00H100		
15CA0	3110361	ABB	OFAA1H35	KAHVASULAKE 690V, 35A, DIN 1	OFAA1H35		
15CA0	3110363	ABB	OFAA1H50	KAHVASULAKE 690V, 50A, DIN 1	OFAA1H50		
15CA0	3110365	ABB	OFAA1H63	KAHVASULAKE 690V, 63A, DIN 1	OFAA1H63		
15CA0	3110366	ABB	OFAA1H80	KAHVASULAKE 690V, 80A, DIN 1	OFAA1H80		
15CA0	3110367	ABB	OFAA1H100	KAHVASULAKE 690V, 100A, DIN 1	OFAA1H100		

Lisää valittu Tuotetietopaketti Lisää

KUVA 24. Tietokanta tuotetiedoille

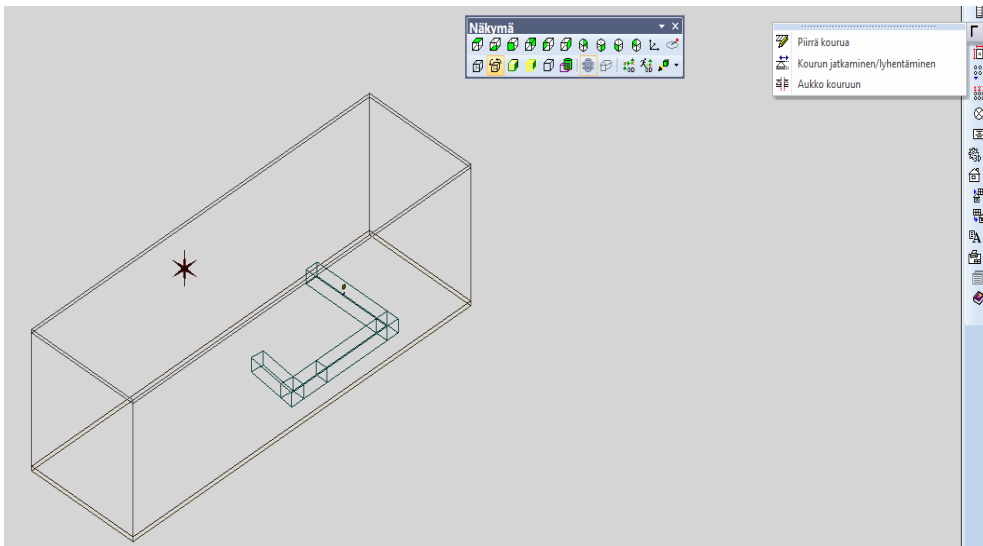
### 3.4 Kotelosuunnittelu

Kotelosuunnittelu tehdään Keskuslayout-sovelluksella. Se sisältää kotelosuunnitteluun vaadittavat työkalurivit, joilla voidaan esimerkiksi koteloon sijoittaa johtokourua sekä ennalta määritettyjä kojeita, kuten kontaktoreita sekä varokkeita, joiden kolmiulotteiset

kokotiedot kojeen layout-symbolille voidaan määrittää kuvan 25 mukaisesti. Sovellus sisältää myös joitakin ennalta määritettyjä kotelosuunnittelussa tarvittavia layout-symboleja, kuten runkomoduuleja, kahvoja sekä joitakin Siemensin komponentteja.

KUVA 25. Kojeen sijoitus layout-kuvaan

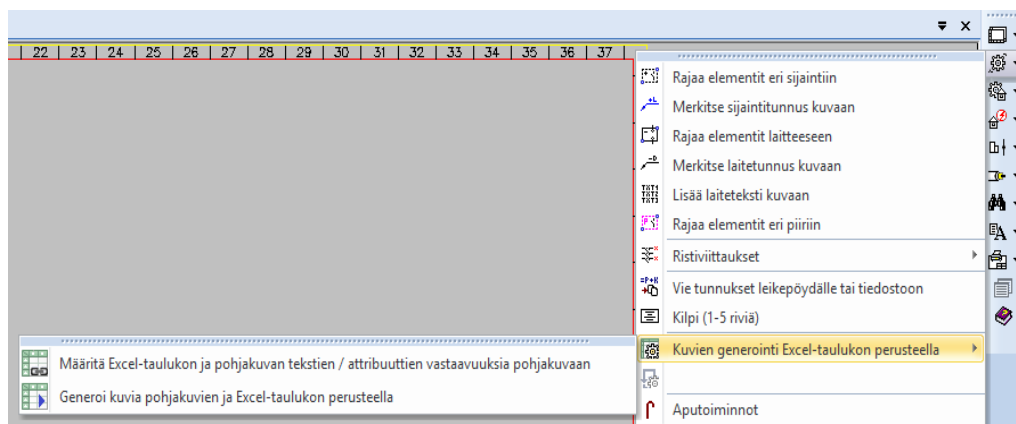
Kotelo voidaan tarkastella sekä 2D-, että 3D-muodoissa, kuten kuvasta 26 nähdään. Työkaluriveillä voidaan valita useita eri näkymiä sekä muun muassa avata kotelon ovi.



KUVA 26. Kotelon piirto

### 3.5 Suunnitteluautomaatio

CADS sisältää kuvan 27 mukaisen työkalun, jolla piirikaaviogenerointi voidaan tehdä. Lisäksi tarvitaan pohjakuva ja Excel -taulukko, joka sisältää luotavan projektin tiedot.



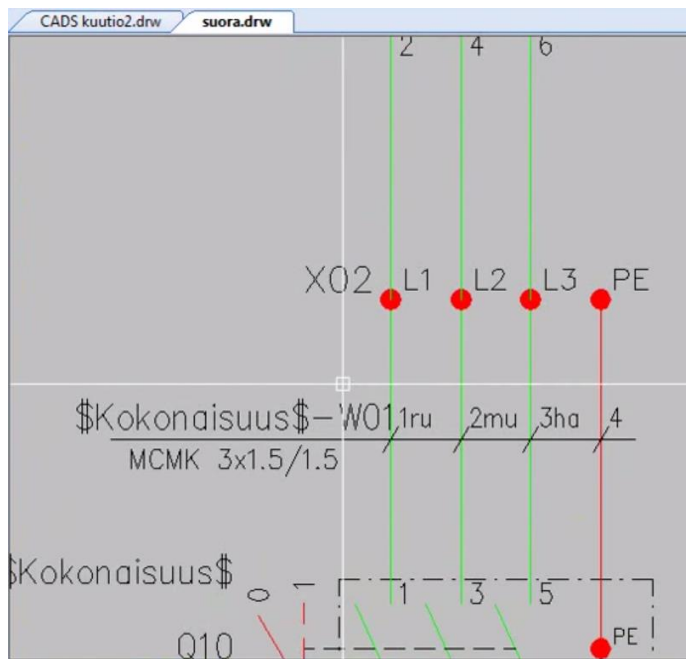
KUVA 27. Kuvien generointi

Kuvassa 28 nähdään Excelin esimerkkitaulukko kuvagenerointiin. Siinä näkyvä Pohjakuva-sarake on ainoa pakollinen sarake ja muut sarakkeet voivat olla täysin käyttäjän itsensä määrittämiä. Pohjakuvana voi toimia periaatteessa mikä tahansa CAD-ohjelmistolla luotu kuva, kunhan se sisältää tekstiä tai attribuutteja, joihin Excelin soluviittauksia voidaan luoda. Tässä esimerkissä on käytetty muun muassa moottorin suorakytkentäkuva.

A	B	C	D	E	F	G
<b>Kokonaisuus</b>	<b>Piir.nro</b>	<b>Kuvaus 1</b>	<b>Kuvaus 2</b>	<b>Kuvaus 3</b>	<b>Pohjakuva</b>	<b>Sähköpositio</b>
M_31161	5001	Laastilinja 3	Jäähdytysvesi linjaventtiili	Piirikaavio	Moottoriventtiili.drw	MCC1 0
M_31162	5001	Laastilinja 3	Sulkusyötin L1	Piirikaavio	Suunnanvaihto.drw	MCC1 0
M_31163	5001	Laastilinja 3	Sulkusyötin L2	Piirikaavio	Suunnanvaihto.drw	MCC1 0
M_31164	5001	Laastilinja 3	Elevaattori 1	Piirikaavio	Suora.drw	MCC1 0
M_31165	5001	Laastilinja 3	Elevaattori 2	Piirikaavio	Suora.drw	MCC1 0
M_31166	5001	Laastilinja 3	L1-L2 Sekoitin	Piirikaavio	Taajuusmuuttaja.drw	MCC1 0
M_31167	5001	Laastilinja 3	Elevaattori 3	Piirikaavio	Suora.drw	MCC1 0
M_31168	5001	Laastilinja 3	Pölynpoistopuhallin 1	Piirikaavio	Taajuusmuuttaja.drw	MCC1 0
M_31169	5001	Laastilinja 3	Pölynpoistopuhallin 2	Piirikaavio	Taajuusmuuttaja.drw	MCC1 0
M_31170	5001	Laastilinja 3	Pölynpoistopuhallin 3	Piirikaavio	Taajuusmuuttaja.drw	MCC1 0

KUVA 28. Esimerkki Excel-taulukosta kuvagenerointiin

Excel-taulukon sarakkeiden otsikot merkitään kuvaan ”\$”-merkeillä, kuten kuvassa 29 nähdään. Linkitys oikeiden laitteiden sekä solujen välillä voidaan tehdä ”etsi ja korvaa” -toiminnolla tai ohjatusti.

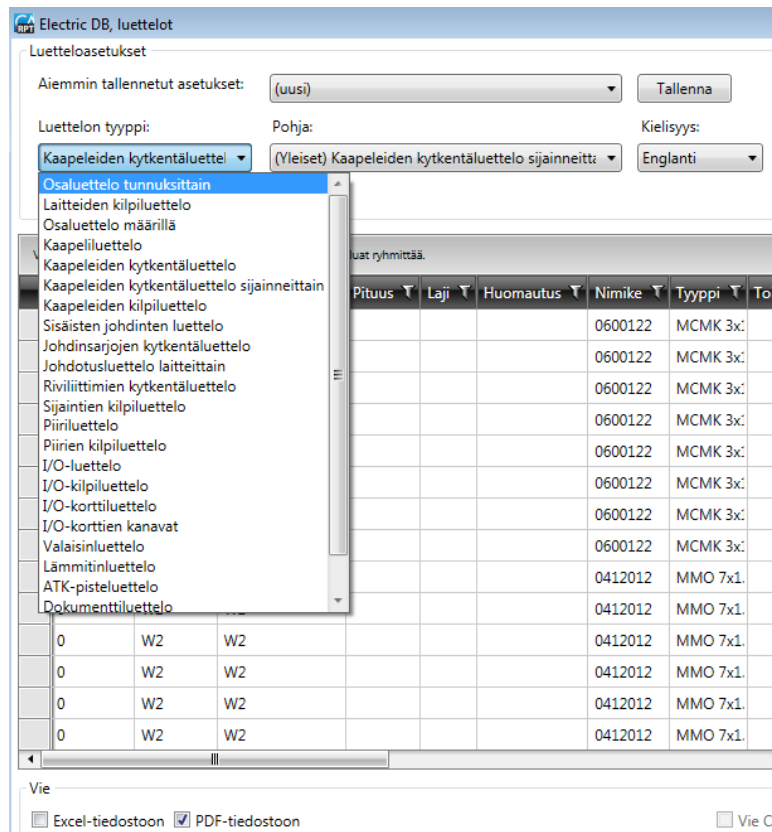


KUVA 29. Sarakkeen otsikon merkintätyyli



### 3.6 Tulostaminen

Tietokantatyökalulla voidaan kuvan 30 mukaisesti luoda projektista useita luetteloita, kuten esimerkiksi laite-, kaapeli-, ja kytkentäluetteloita Excel- ja PDF-muodoissa. Piirtoalueelle voidaan myös luoda erillisiä CAD-luetteloita sisältäen samoja tietoja. Itse piirikaavioiden tallennus onnistuu DRW-, DWG-, DXF- ja PDF-muodoissa. PDF-tulosteissa ei esimerkiksi johdotusviittausten avulla navigointi ole mahdollista.



KUVA 30. Tietokantaluettelot

## 4 EPLAN ELECTRIC P8

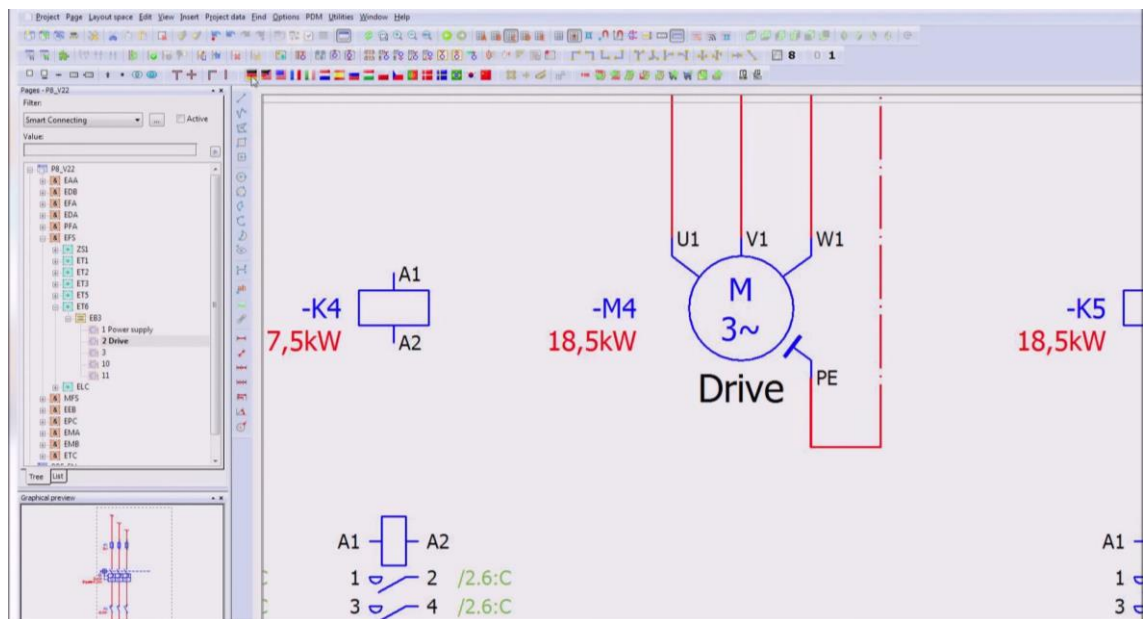
Tässä osiossa kerrotaan EPLAN:in perustietoja ja käydään sen ominaisuuksia yksityiskohtaisemmin läpi.

### 4.1 Perustietoa

EPLAN -ohjelmistoa valmistaa saksalainen EPLAN Software & Service AB, joka on kehittänyt suunnitteluratkaisuja jo vuodesta 1984 ja se on osa Friedhelm Loh- konsernia (EPLAN 2015). Tässä vertailussa käsitellään sen sähkösuunnitteluun tarkoitettua Electric P8 –moduulia. Sen viimeisin versio on numeroltaan 2.4.

### 4.2 Piirikaaviosuunnittelu

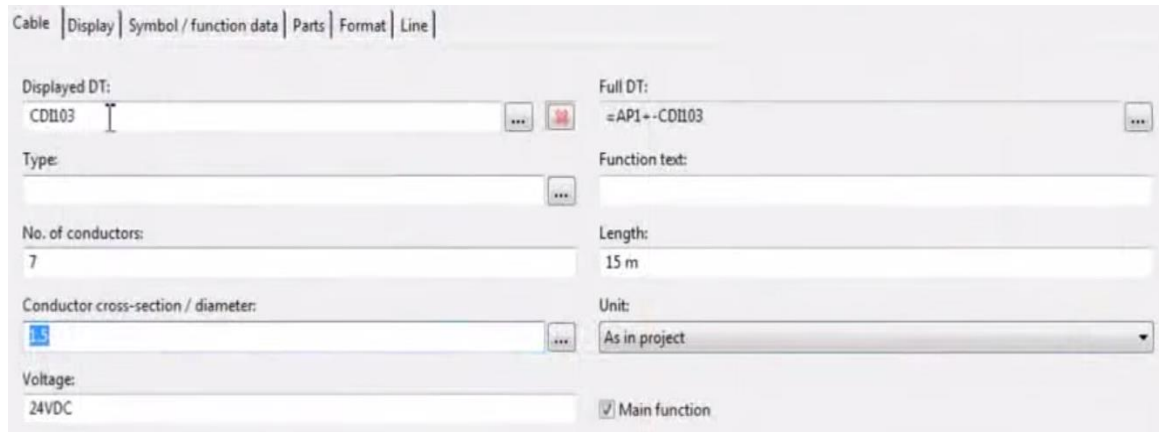
EPLAN käyttää sijaintiperusteista projektipuuta, jossa kaikki projektin laitteet ja komponentit ovat näkyvissä. Projektipuuta nähdään vasemmalla kuvassa 31.



KUVA 31. Ohjelman perusnäky

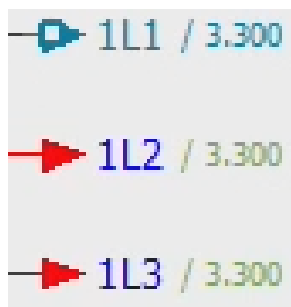
Johdotusviivoja piirrettäessä EPLAN käyttää automaattista viivan piirtoa, jos kytkentäpisteet ovat vastakkain vertikaalisti tai horisontaalisti. Tämä säästää huomattavasti aikaa, kun komponentin voi vain vetää piirtoalueelle ja ohjelma ehdottaa automaattisesti viivanpiirtoa. Kun riviliittimiä piirretään johdotusviivan päälle, myös niiden järjestysnumerointi luodaan automaattisesti. Kaapelia vedettäessä johdotusviivan

yli, ohjelma tunnistaa laitteen PE-liittimen ja osaa kytkeä automaattisesti siihen PE-johtimen. Kaapelin määrittäminen sekä sen merkitseminen tehdään kuvan 32 mukaisella ”Cable definition” –valikolla. Kaapelin tyyppi voidaan valita tietokannasta, jonka jälkeen sille voidaan määrittää muun muassa tunnus, johtimien määrä sekä pituus.



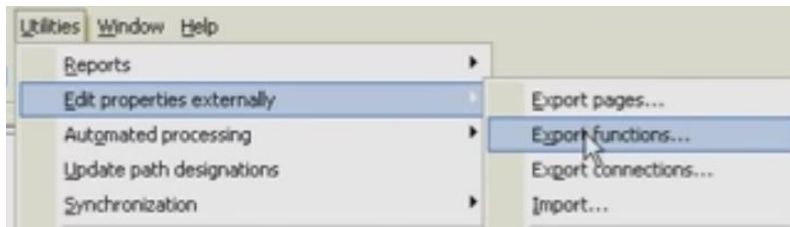
KUVA 32. Kaapelin määrittäminen

EPLAN tunnistaa ja yhdistää automaattisesti ristikkäisviittaukset, jos esimerkiksi kuvan 33 mukaiset kolmivaihesyötön ”lähtevät” nuolet sijaitsevat arkilla 1 ja arkille 2 lisätään kolmivaihesyötön ”saapuvat” nuolet. Kuvassa näkyvät osoitteet ovat esitystyyliiltään täysin muokattavissa esimerkiksi rivi- tai sarakemuodossa sekä sivunumerolla tai ilman.



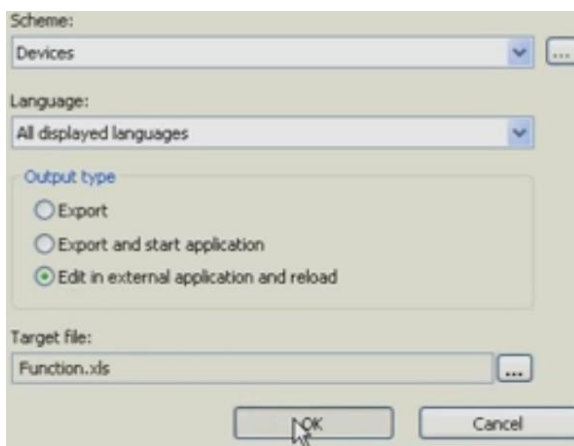
KUVA 33. Ristikkäisviittaukset

Jos halutaan muokata esimerkiksi piirikaavioissa olevien laitteiden tietoja tai tunnuksia ulkoisesti Excelissä, voidaan käyttää kuvan 34 mukaista työkaluvalikkoa ”Export functions”.



KUVA 34. Työkaluvalikko tietojen ulkoiseen muokkaamiseen

Valikko avaa kuvan 35 mukaisen työkalun, josta voidaan valita mitä tietoja halutaan viedä ja missä muodossa. Kun valitaan tietojen muokkaus ulkoisessa ohjelmassa, avautuu Excel, jossa tietokantalistojen muokkaus voidaan tehdä.



KUVA 35. Ulkoisesti muokattavien tietojen määrittely

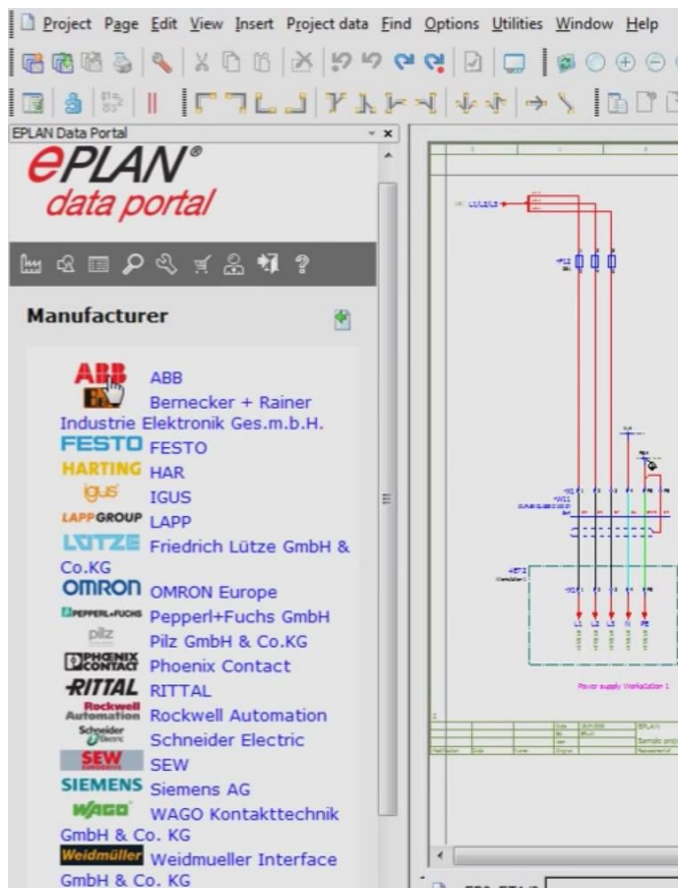
Työkalu vie halutut tiedot, esimerkiksi laitteiden tunnuksat, listamuodossa Exceliin kuvan 36 mukaisesti, missä niiden muokkaus onnistuu nopeasti. Tiedot päivittyvät piirikaavioihin, kun Excel suljetaan. Scheme-vetovalikosta voidaan valita muokattavaksi myös muun muassa ohjelmoitavien logiikoiden osoitteet.

	Device tag (full)	Device tag (visible)	Function text (common) de_D
2			
3	1702826	+EB3-ET1-Q2	Antrieb Roboter 1B
4	1702828	+EB3-ET1-Q2	Antrieb Roboter 1A
5	592874	**	
6	592875	**	
7	592876	**	Antrieb Roboter 1B

KUVA 36. Piirikaavioiden tietokantaliteluettelo Excelissä

### 4.3 Komponentin luonti

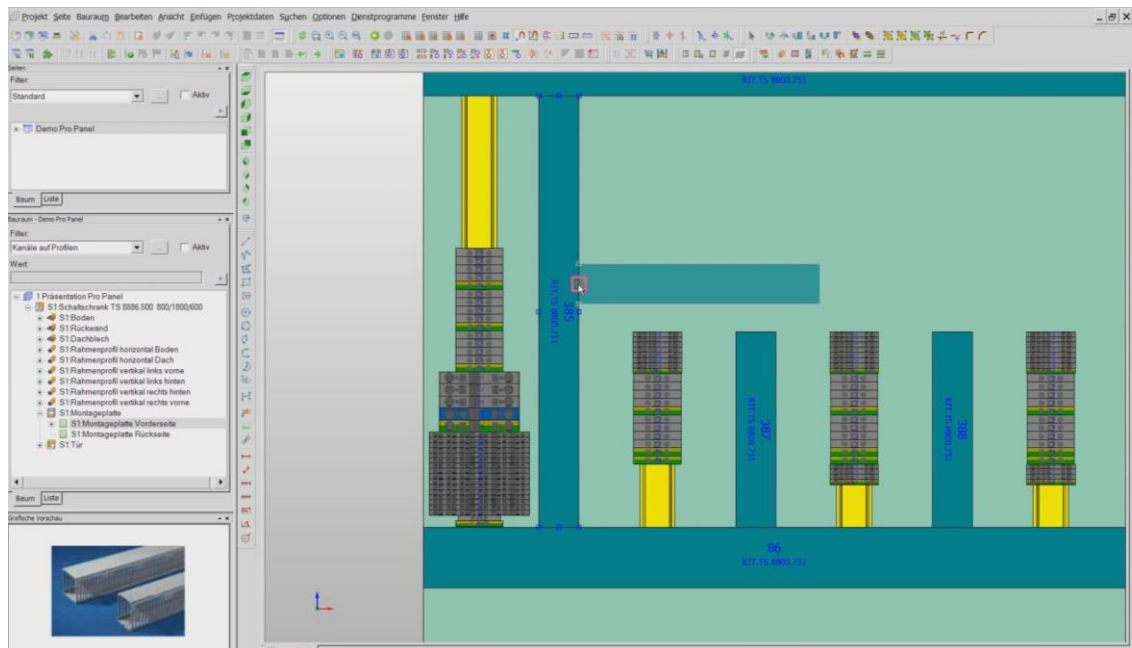
EPLAN sisältää Data Portal -ominaisuuden, joka on kuvan 37 mukainen verkkopohjainen komponenttikirjasto. Se sisältää yli 60 suurimman valmistajan, kuten ABB:n ja Siemensin, komponenttikatalogit. Jokaisella komponentilla on kattavat ominaisuustiedot, kuten kytkentäpisteet, piirikaaviokuva, koko ja hinta. Tietokanta sisältää www-linkit komponenttien nettisivuille, joista voidaan ladata esimerkiksi datalehtiä ja tarkastella komponenttien tarkempia tietoja. Piirrettäessä komponentti voidaan vain vetää ja pudottaa kirjastosta piirtoalueelle ja sille on mahdollista määrittää maksimissaan 16 eri piirrosmerkkiä. Tietokannasta otetut komponentit ovat muokkauksen osalta aktiivisia, joten niiden kytkentäpisteitä sekä muotoa voidaan muokata suoraan piirtoalueella ja tallentaa omina komponentteinaan takaisin tietokantaan. EPLAN sisältää myös kattavan IEC-standardin mukaisen symbolikirjaston, jos ei haluta käyttää valmistajien komponentteja.



KUVA 37. EPLAN Data Portal

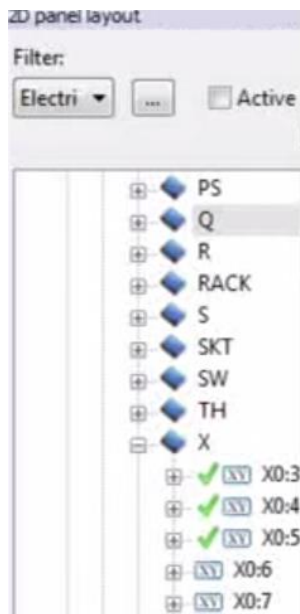
#### 4.4 Kotelosuunnittelu

Kotelosuunnittelu voidaan tehdä Pro Panel –lisäosalla. Sen ominaisuuksiin kuuluu kuvan 38 mukainen 2D-suunnittelu. Kuvan esimerkissä on esitetty johtokourun piirto, joka onnistuu helposti valitsemalla haluttu johtokouru tietokannasta, vetämällä ja tiputtamalla se koteloon, ja muokkaamalla sitä kotelon takaseinällä halutusti. Kuvassa nähdään myös kourun esikatselukuva.



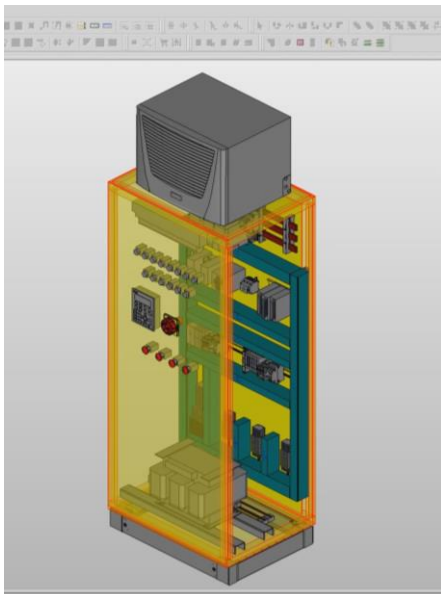
KUVA 38. Johtokourun piirto

Kun projektin piirikaaviossa olevan komponentin layout-symboli on viety koteloon, sen kohdalle tulee vihreä merkintä koteloon sijoituksesta layout-symbolilistassa kuvan 39 mukaisesti. Näin tiedetään, mitkä komponentit ovat jo kotelossa ja mitkä sinne täytyy vielä sijoittaa.



KUVA 39. Projektin komponenttien layout-symbolilista

Kuvassa 40 nähdään kotelo 3D-suunnittelutilassa. Kotelon osia, kuten ovi tai seinät voidaan piilottaa, jos ne häiritsevät kotelon sisällön tarkastelua.

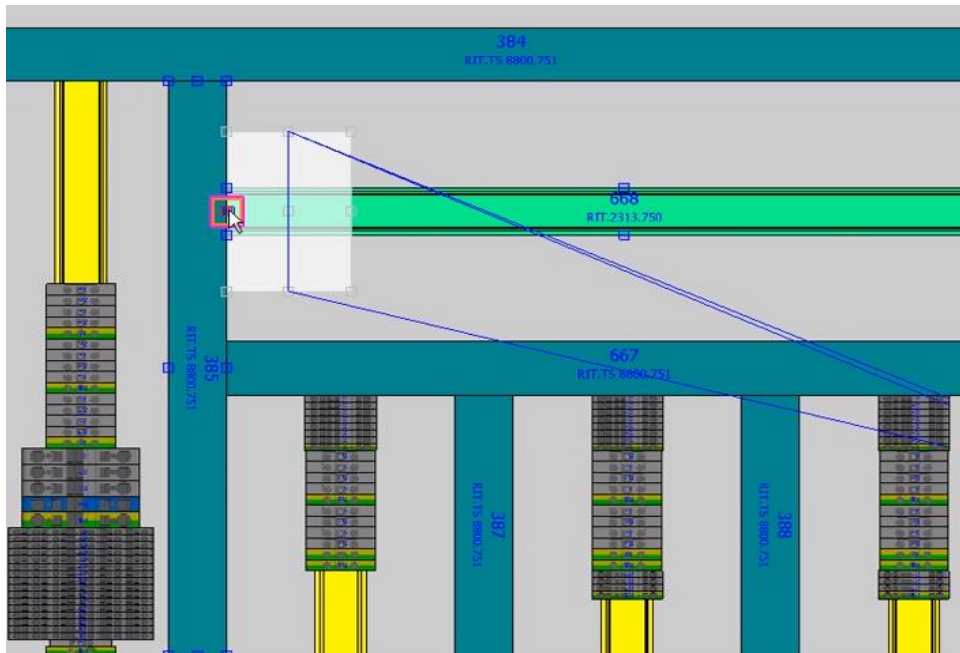


KUVA 40. Kotelon 3D-kuva

Layout-komponenteille, esimerkiksi johtokouruille, on määritelty kiinnitystiedot ominaisuuksissa, mikä helpottaa asennusta huomattavasti. Layout-kuvaan piirretään automaattisesti johtimet komponenttien välille piirikaavioiden perusteella. Ohjelma ilmoittaa, jos johtokourut ovat liian täynnä sekä jos komponentille määritetty vaadittava asennustila ei täyty jäähdytyksen ja asennettavuuden kannalta. EPLAN:in virheen

tarkistukseen kuuluu myös johtimien paksuuden tarkistus liittimiin nähden sekä, että liittimen johdinmäärä ei ylity.

Kun laitetta siirretään layout-suunnittelussa, muuttuu sen johdin aktiiviseksi, mikä helpottaa huomattavasti sen sijoittamista kotelossa, kuten kuvasta 41 nähdään. Se myös laskee johtimien pituudet ja määrittää mitä johtokourua pitkin johtimet kulkevat, mikä helpottaa huomattavasti kokoonpanovaihetta.



KUVA 41. Komponenttien sijoittaminen layout-suunnittelussa

#### 4.5 Suunnitteluautomaatio

EPLAN Engineering Configuration One –ohjelmalla voidaan automaattisesti generoida piirikaavioita sähkö- ja hydraulikkasuunnittelussa. Ennalta määritellyt säännöt, kuten piirikaavioleikkeet ja arvotaulukot, rakennetaan piirikaavioksi kuvan 42 mukaisella Excel-pohjaisella työkalulla, mikä yksinkertaistaa suunnittelua. Kuvassa vasemmalla olevassa sarakkeessa määritellään, mikä piirikaavioleike on kyseessä, kuten esimerkiksi suora moottorilähtö. Keskimmaisessä sarakkeessa määritellään muun muassa sijainti dokumentissa ja oikealla olevassa sarakkeessa määritellään muuttujien, kuten etukojeiden kokojen arvoja. Kuvan oikeassa reunassa nähdään myös piirikaavioleikekohtaisesti määritettävät kaapelien, etukojeiden sekä moottorien tunnukset.



	Functional assignment	Higher-level function	Installation site	Mounting location	Higher-level function number	Document type	User-defined	Representation Type	Variant	COMMENT	PAGEDESCRIPTION	DRIVE_POWER	BMK_cable	BMK_circuit-breaker	BMK_motor
1	TYPICAL EEC														
29	PARTSMACROIEEC_ONEDRIVES/DRIVES							1	A	direct not terminated		Motor 0,09KW	9	9	9
30	PARTSMACROIEEC_ONEDRIVES/DRIVES							1	A	direct not terminated		Motor 0,75KW	10	10	10
31															
32															
33	PARTSMACROIEEC_ONEPower GRID/Power GRID							7	F	400 VAC top	Roll conveyor 6 - loading				
34	###:~\														
35	PARTSMACROIEEC_ONEDRIVES/DRIVES							1	C	reversing not terminated		Motor 11KW	11	11	11
36	PARTSMACROIEEC_ONEDRIVES/DRIVES							1	C	reversing not terminated		Motor 4KW	12	12	12
37															
38															
39	PARTSMACROIEEC_ONEPower GRID/Power GRID							8	G	400 VAC top end	Roll conveyor 7 - loading				
40	###:~\														
41	PARTSMACROIEEC_ONEDRIVES/DRIVES							1	A	direct not terminated		Motor 0,09KW	13	13	13
42	PARTSMACROIEEC_ONEDRIVES/DRIVES							1	B	direct terminated		Motor 0,09KW	14	14	14
43															
44															
45	PARTSMACROIEEC_ONEPower GRID/Power GRID							9	G	400 VAC top end	Roll conveyor 8 - loading				
46	###:~\														
47															
48															
49															
50															
51															
52	###														
53															
54															
55															

Kuva 42. Engineering Center One

Kuvassa 43 nähtävässä ”Variable”-sarakeessa nähdään esimerkiksi kaapelitunnuksen muuttuja ”-W<BMK\_cable>” kyseisessä makrossa. Kaapelitunnuksen muuttujan arvo saadaan, kun kuvan 42 taulukon ”BMK\_cable”-sarakeeseen syötetään kaapelinumero kyseisen makrorivin kohdalle. Näin kaapelitunnukseksi tulee siis esimerkiksi W10. Laitetunnuksille, kuten esimerkiksi moottorin numeroinnille, sovelletaan samanlaista menettelyä.

Placeholder object | Display | Symbol / function data |

Name: #<DRIVE\_POWER>

Assignment | Values |

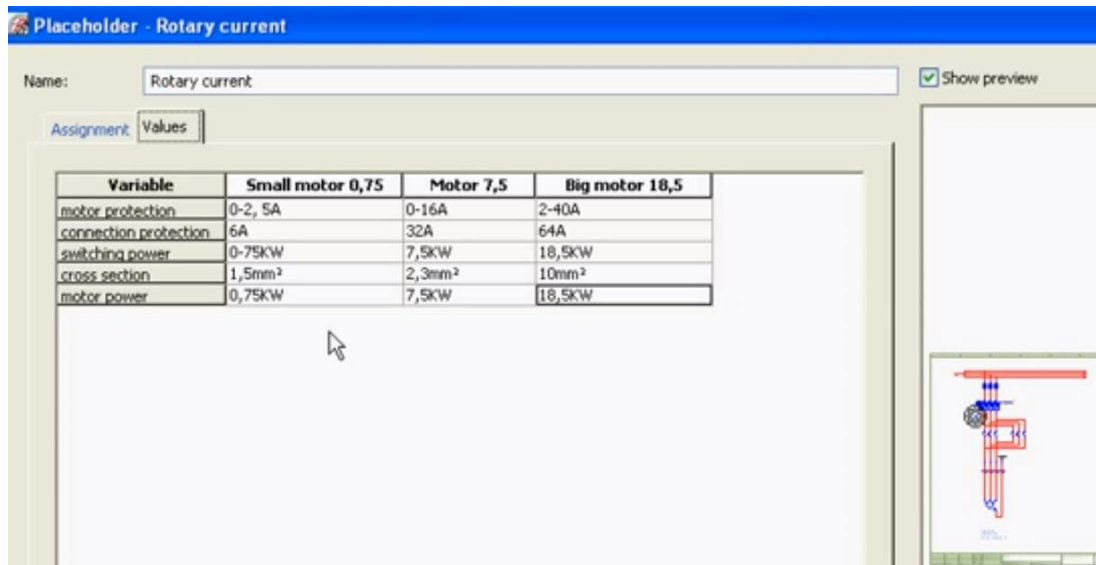
Category: All categories

Row	Property	Current value	Variable
1	Cable definition		
2	=EEC_ONE+#DRIVES-W?		
3	Name (visible)	-W?	-W<BMK_cable>
4	Cable: Conductor cross-s...	1,5	<WIRE_CROSS_SECTION>
5	Part number		
6	Part number [1]	LAPP.0036 130 (4G1,5)	<ARTICLE_WIRE>
7	Motor overload switch		
8	=EEC_ONE+#DRIVES-Q?:1		
9	Name (visible)	-Q?	-Q<BMK_circuit-breaker>
10	Technical characteristics	10 A	<MOTOR_PROTECTION>
11	Part number		

Kuva 43. Makron määrittäminen

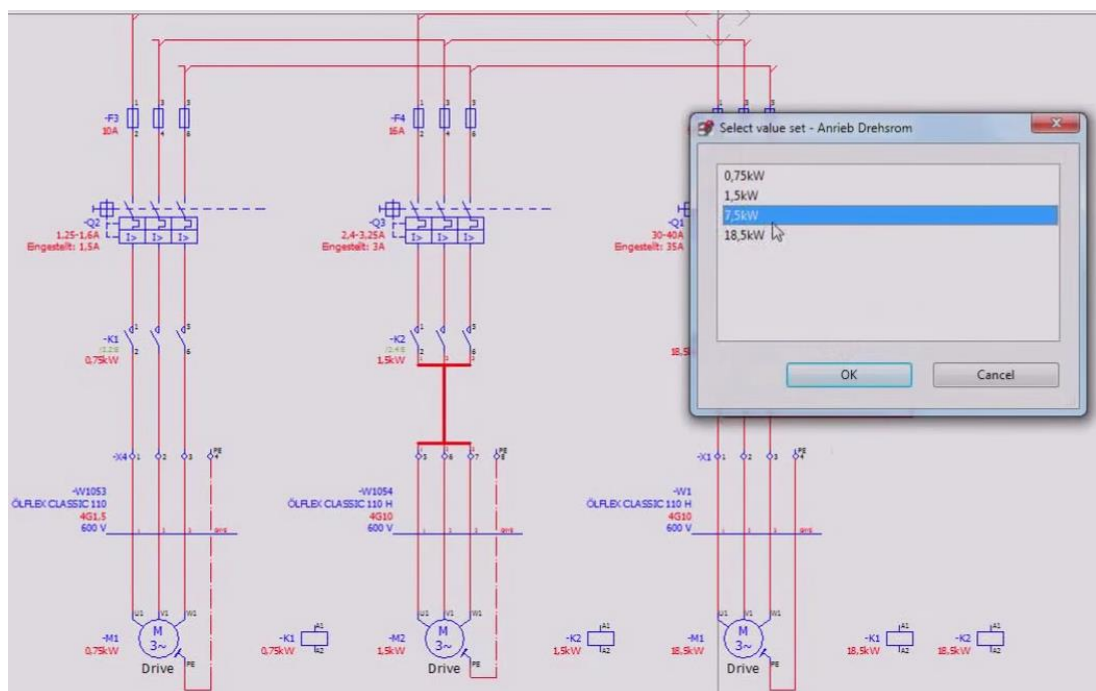
Piirikaavioleikkeillä (makrot) piiriä voidaan toistaa. Makrossa voi olla useita erilaisia esitystapoja ja kuvan 44 mukaisilla arvotaulukoilla voidaan vaihtaa piirin tietoja. Tietojen

vaihto onnistuu myös jälkeinpäin projektin loppuvaiheessa. Näin esimerkiksi yhden moottoriipiirikaavion voi tallentaa leikkeeksi ja sille voidaan luoda monta esitystapaa moottorin koosta riippuen. Luonti tapahtuu EEC One -ohjelmalla.



KUVA 44. Makrojen arvotaulukko

Leikkeitä voidaan lisätä samaan syöttöön haluttu määrä ja valitaan vain moottorin koko, jolloin suojalaitteet ja kaapelit muuttuvat kuvaan automaattisesti, kuten kuvassa 45 on esitetty.

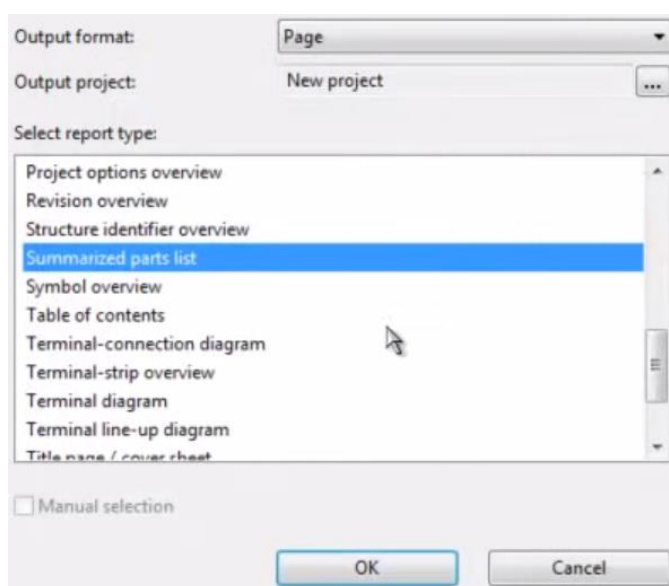


KUVA 45. Piirikaavioleikkeiden lisääminen

Ohjelmoitavien logiikoiden datan voi tuoda EPLAN:iin suoraan esimerkiksi Siemensin logiikkaohjelmistosta, jonka perusteella PLC-kaaviot generoidaan automaattisesti. Tiedonsiirto toimii myös logiikan suuntaan.

#### 4.6 Tulostaminen

EPLAN sisältää valmiit raporttipohjat, kuten laite- ja kaapeliluettelot, jotka ohjelma generoi piirikaavioiden perusteella automaattisesti projektin edetessä omille lehdilleen. Raportointi tehdään ”Reports”-valikossa, jossa voidaan valita listattavat tiedot kuvan 46 mukaisesti.



KUVA 46. Valikko listattaville tiedoille

Raportteja käsitellessä on mahdollista käyttää myös käänteistä suunnittelua, jossa voit muokata projektin tietoja myös raporteista kaavioihin päin. Tulostettavat raportit voidaan jakaa pienempiin osiin, esimerkiksi sähkö- ja pneumatiikkakuvat erikseen. Riviliitinraportti on mahdollista tehdä myös graafisena, mistä nähdään niiden väliset kytkennät ja johdotustiedot.

Raportointi voidaan tehdä esimerkiksi DXF/DWG-muodossa. Se voidaan tehdä myös Exceliin, kunhan määritellään mille riveille ja sarakkeille tieto tulostetaan. PDF-muotoinen raportti on oletuksena älykäs, eli sen sisällä voidaan navigoida käyttäen komponenttien ristiviittauksia sekä osaluettelon osoitteita. Raportti sisältää myös projektipuun, mikä helpottaa navigointia.

Adobe Reader –ohjelmaa käytettäessä voidaan raporttiin lisätä kommentteja, jonka jälkeen se voidaan Import-toiminnolla tuoda takaisin EPLAN –ohjelmaan muokattavaksi. Kun projekti avataan piirtoon, kommentit näkyvät piirtoalueella sekä projektipuussa ja niiden statusta voidaan muokata, esimerkiksi ”korjattu” tai ”kesken”. Adobe Reader –ohjelmaa käytettäessä voidaan myös koteloa tarkastella 3D-muodossa ja siitä voidaan piilottaa kotelon osia, esimerkiksi ovi, mikä helpottaa sisällön tarkastelua.

## 5 E<sup>3</sup>

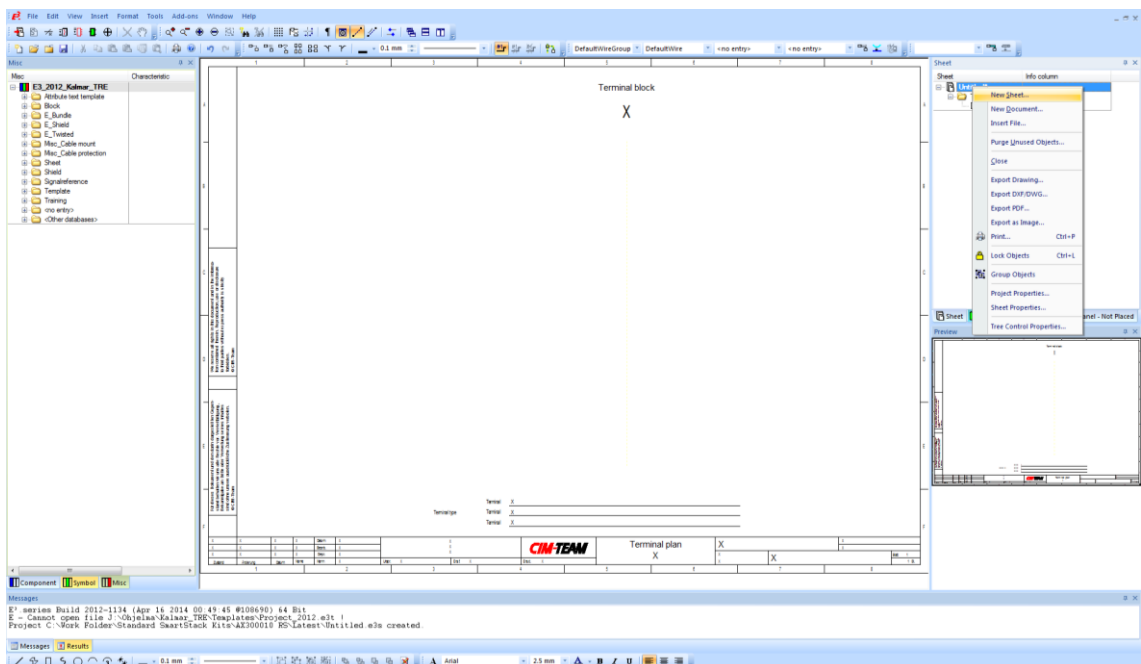
Tässä osiossa kerrotaan E<sup>3</sup>:sen perustietoja ja käydään sen ominaisuuksia yksityiskohtaisemmin läpi.

### 5.1 Perustietoa

E<sup>3</sup> on Japanilaisen Zukenin valmistama ohjelmisto esimerkiksi sähkö-, hydraulikka- ja kaapelointisuunnitteluun (Zuken 2015). Tässä raportin osiossa käsitellään E<sup>3</sup>.cable –ohjelmistoa, mikä sisältää kaapelisuunnittelun lisäksi piirikaavioiden ja kotelosuunnittelun piirto-ominaisuudet E<sup>3</sup>.panel –lisämoduulin avulla.

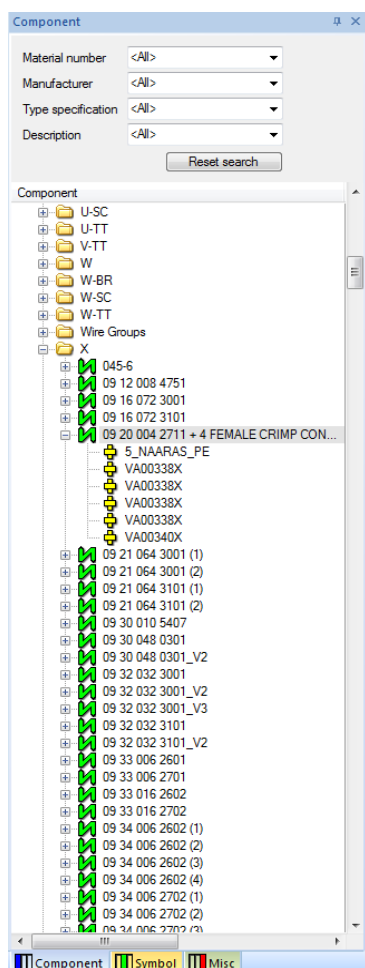
### 5.2 Piirikaaviosuunnittelu

Piirtäminen aloitetaan valitsemalla kuvassa 47 oikealla sijaitsevasta Sheet- välilehdestä ”New Sheet” ja määrittelemällä sille tarvittavat tiedot, kuten nimi, koko ja muoto. Arkkeja voidaan luoda haluttu määrä ja ne ilmestyvät allekkain järjestykseen kyseiseen välilehteen. Niiden paikkaa listassa voi myös vaihtaa helposti vetämällä ja pudottamalla. Kuvan mukaisen perusnäkyvän voi muokata täysin haluamukseen, sillä kaikki työkalurivit ja näkymät voidaan irrottaa toisistaan ja tehdä niistä kelluvia.



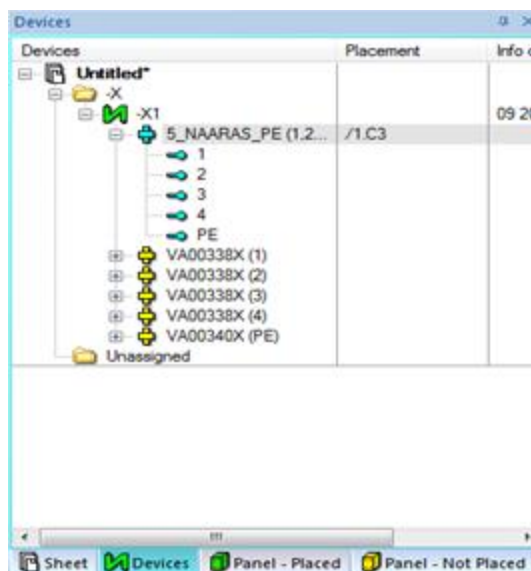
KUVA 47. Perusnäky ja uuden piirustusarkin luonti

Kuvassa 48 nähdään komponenttitietokanta. Sinne voidaan tuoda esimerkiksi valmistajien komponentteja täysin riippuen siitä mihin suunnitteluun kyseistä ohjelmaa ja tietokantaa käytetään. Se voi sisältää sähkösuunnittelun tapauksessa esimerkiksi kontaktoreita, kaapeleita ja liittimiä niille määrättyssä järjestyksessä ja kansiorakenteessa. Jos laitteelle on se määritelty, sitä voidaan hakea tietokannasta esimerkiksi sen tyyppikoodin mukaan.



KUVA 48. Komponentin valinta tietokannasta

Komponentin löydyttyä, se voidaan vain vetää piirtoalueelle, jolloin se lisää kaikki siihen sisältyvät piirrosmerkit kuvaan ja lisää sen projektipuun Devices- välilehteen kuvan 49 mukaisesti. Jos komponentista ei tarvita joitain piirrosmerkkejä, ne voidaan poistaa kuvasta, jolloin ne näkyvät projektipuussa keltaisella. Arkille jäävä komponentin osa näkyy sinisenä.



KUVA 49. Komponentti projektipuussa

Kuvassa 50 nähdään laitteen ominaisuusikkuna, joka saadaan näkyviin valitsemalla laitteen kohdalla hiiren oikealla ”Device Properties”. Tässä ikkunassa laite voidaan nimetä, sille voidaan määrätä sijainti esimerkiksi johonkin tiettyyn koteloon ja sen tarkempia tietoja voidaan tarkastella. Muutettaessa laitteen sijaintia, sen sijainti muuttuu myös projektipuun kansiorakenteessa. Näin voidaan helposti jaotella projekti osiin, esimerkiksi koteloiden ja kentälaitteiden komponentit. Tässä ikkunassa voidaan myös muokata laitetietoja, kuten valmistaja, nimellisarvot sekä tyyppinumero.

Device Properties

Device | Device II | Signal | Pins | Pin Assignment | Component

Device designation: -X1

Higher level assignment: <no entry>

Location: <no entry>

View number: <no entry>

Remove from current assembly

Create assembly

Move to assembly: <no entry>  List all ...

Insert assembly designation before device designations

Inherit item designation from assembly

Component: 09 20 004 2711 + 4 FEMALE CRIMP CONTACTS

List options: with structure

Table symbol: <no entry>

Default Template: <no entry>

Name	Entry
<input type="checkbox"/> A Additional Part (1)	JP103281, HARTING, 09 XX, FEMALE CRIMP CONTACT 1.5mm2, 4
<input type="checkbox"/> A Additional Part (2)	JP104147, HARTING, 1XXXX, SIDE ENTRY HOOD, 1
<input type="checkbox"/> A Additional Part (3)	JP103288, HARTING, 09XXX COVER FOR HOOD, 1
<input type="checkbox"/> A Additional Part (4)	<no entry>
A Description English	HARTING 6-PIN+PE+2 FEMALE INSERT WITH HOOD
A Description Finnish	HARTING 6-PIN+PE+2 FEMALE INSERT WITH HOOD
<input checked="" type="checkbox"/> A Device Comment	<no entry>
<input checked="" type="checkbox"/> A Function	<no entry>
A Manufacturer	HARTING
A Material number	<no entry>
A Supplier	<no entry>
A Type specification	09 20 004 2711
A Unit	KPL
A Version Approved	TSSG/ASC
<input checked="" type="checkbox"/> T Reference to master	

Don't purge if device is unused  Use structure from device

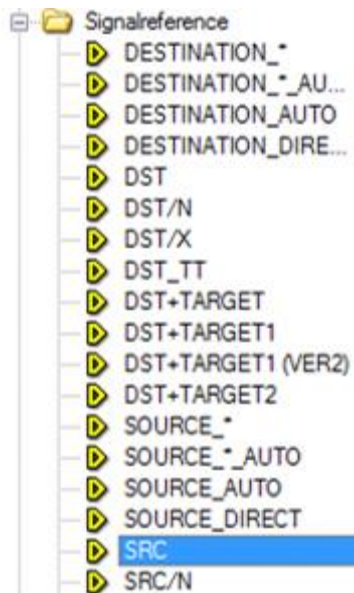
Device is master of assembly

OK Cancel Apply Help

KUVA 50. Laitteen ominaisuudet

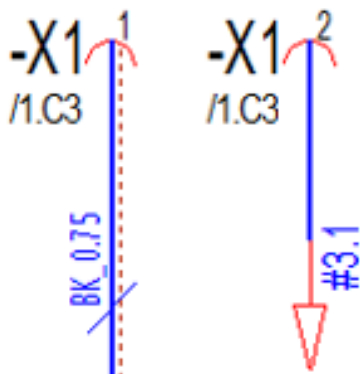
Tietokannan Misc -välilehdeltä voidaan valita osoitteelliset ristikkäisviittausnuolet, joiden avulla johdotusviivojen piirto arkilta toiselle ovat mahdollisia. Periaatteessa niitä on kahden tyyppisiä, lähteviä ja tulevia. Kuvassa 51 valitaan tietokannasta ”lähtevä”- tyyppinen nuoli, joka vedetään piirtoalueelle haluttuun kohtaan.





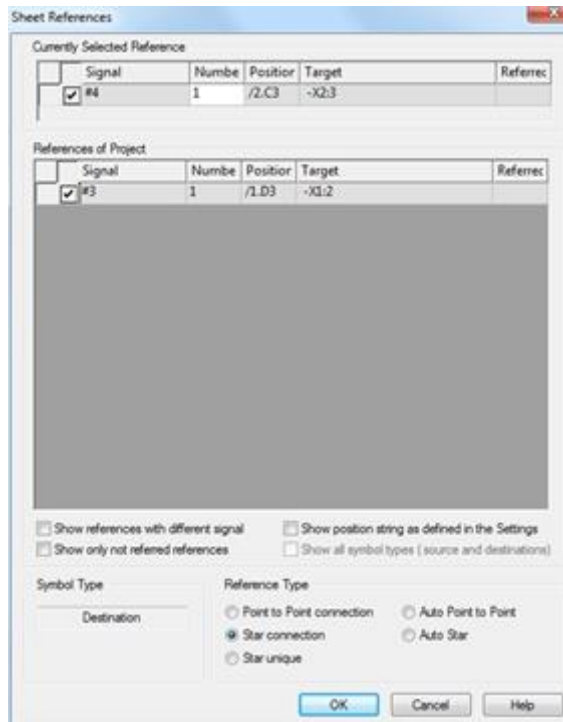
KUVA 51. Viitenuolen valinta tietokannasta

Kuvassa 52 nähdään lähtevä osoitteellinen ristikkäisviittausnuoli. Kun nuolta klikataan hiiren oikealla ja valitaan aukeavasta valikosta ”Jump” ja sen alta ”Schematic”, aukeaa toinen arkki, jossa sijaitseva nuolen vastakappale on korostettuna.



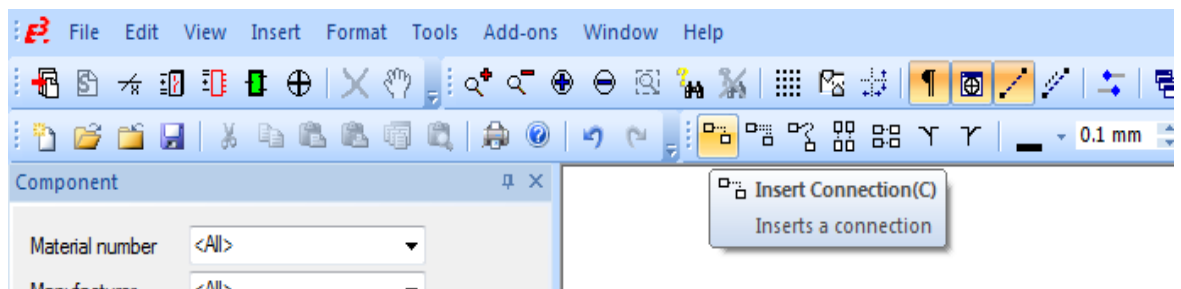
KUVA 52. Arkilla 1 oleva SRC-tyyppinen lähtevä nuoli

Kun viittausnuolelle halutaan määrittää osoite, valitaan nuolen kohdalla hiiren oikealla näppäimellä ”Sheet References”, jolloin aukeaa kuvan 53 mukainen valikko. Tällöin ilmestyvään valikkoon listataan kaikki arkeissa olevat nuolet, jonka jälkeen pari määritetään helposti valitsemalla oikea nuoli.



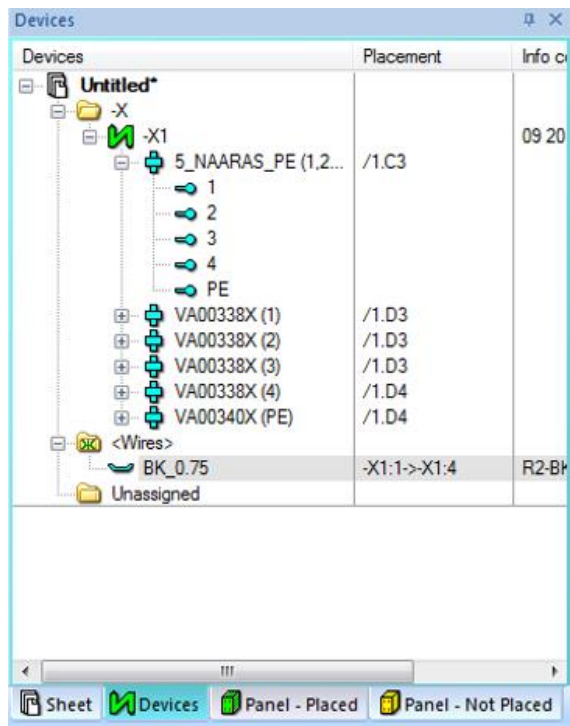
KUVA 53. Nuolen vastaparin valitseminen

Johdotusviivan piirto aloitetaan valitsemalla työkaluriviltä ”Insert Connection” kuvan 54 mukaisesti. Kuvassa näkyvän johdotuksen piirron oikealla puolella näkyvillä symboleilla voidaan johdotus piirtää usealta vierekkäiseltä liittimeltä suoraan horisontaalasti tai vertikaalasti yhdellä vedolla mikä säästää runsaasti aikaa jos esimerkiksi koko arkki on täynnä johdotettavia liittimiä.



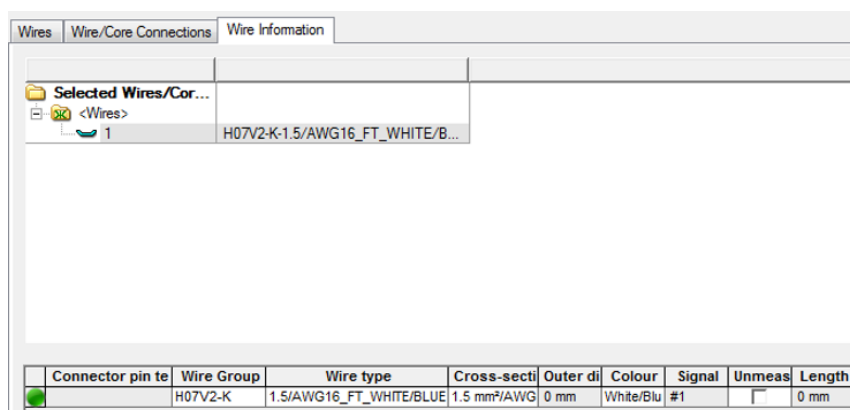
KUVA 54. Johdotusviivan piirron aloitus

Johdotusviivaan voidaan määrittellä kaapeli tai johdin yksinkertaisesti valitsemalla sopiva kaapeli tai johdin tietokannasta ja vetämällä se johdotusviivan yli, jolloin se ilmestyy projektipuuhun kuvan 55 mukaisesti. Kaapeloidun johdotusviivan voi attribuuteissa voidaan määrittellä näytetäänkö vedon kohdalla esimerkiksi kaapelin nimi, paksuus, tyyppikoodi tai muu vastaava tieto.



KUVA 55. Sijoitettu kaapeli projektissa

Kaapeloidun johdotusviivan voi attribuuteissa voidaan määrittellä näytetäänkö vedon kohdalla esimerkiksi kaapelin nimi, paksuus, tyyppikoodi tai muu vastaava tieto. Johtimen tietoja voidaan tarkastella kuvan 56 mukaisesta ominaisuusikkunasta, mistä nähdään muun muassa johtimen tyyppi, poikkipinnan koko ja väri.



KUVA 56. Johtimen ominaisuudet

Kuvassa 57 nähdään valikko projektin laite-, arkki-, pinni- sekä johdotustietokantataulukoille. Näiden työkalujen avulla voidaan tietoja muokata yhdessä paikassa ilman, että esimerkiksi jokaista johdinta tarvitsee erikseen muokata piirtotilassa.



KUVA 57. Tietokantataulukkojen valikko


Niitä voidaan käyttää kuin normaalia kuvan 58 mukaista Excel-taulukkoa, mikä tekee tietojen muuttamisesta nopeaa. Taulukot toimivat myös yhdessä komponenttietokannan kanssa, jolloin esimerkiksi kaapelityyppiä voidaan muuttaa helposti vetämällä haluttu kaapeli komponenttietokannasta taulukkoon.

Connection Table														
	Wire/Hose/Tube type	Device designation	Core/Wire name	Location	Assignment	From Device designation	From Assignment	From Location	From Pin	To Device designation	To Assignment	To Location	To Pin	Signal Name
	**	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>	<All>
	H07V-K:1.5-BK		1			-X1				-S1			21	#9
	H07V-K:1.5-BK		2			-S1			22	-X1				#6
	H07V-K:1.5-BK		3			-X1				-X1				#6
	H07V-K:1.5-BK		4			-X1				-K3			13	#6

KUVA 58. Projektin johdotusluettelo muokattavassa taulukkomuodossa

Logiikkakontrollerin I/O-osoitelista voidaan viedä Exceliin käyttäen ”Add-ons” –valikon ”Address Management” –työkalua. Sen avulla osoitelistaa voidaan muokata kuvan 59 mukaisella Excel-pohjaisella työkalulla. Se on yhteydessä piirikaavioihin, joten kaikki listassa tapahtuvat muutokset päivittyvät automaattisesti kaavioihin.

**PLC Address Management**



Physical Address	Symbolic Address	Comment 1	Comment 2	Higher Level Assignment	Location	Device
16	E1.4			=A1	+S1.MP	-A2.2
17	E1.5			=A1	+S1.MP	-A2.2
18	E1.6			=A1	+S1.MP	-A2.2
19	E1.7			=A1	+S1.MP	-A2.2
20	A0.0	FU start		=A1	+S1.MP	-A2.2
21	A0.1	FU stop		=A1	+S1.MP	-A2.2
22	A0.2	FU up		=A1	+S1.MP	-A2.2
23	A0.3	FU down		=A1	+S1.MP	-A2.2
24	A0.4	FU main supply		=A1	+S1.MP	-A2.2
25	A0.5	Pumps running		=A1	+S1.MP	-A2.2
26	A0.6	Message pump 1		=A1	+S1.MP	-A2.2
27	A0.7	Message pump 2		=A1	+S1.MP	-A2.2
28	A1.0	Message pump 3		=A1	+S1.MP	-A2.2
29	A1.1	Pump 1 FU		=A1	+S1.MP	-A2.2
30	A1.2	Pump 1 main supply		=A1	+S1.MP	-A2.2
31	A1.3	Pump 2 FU		=A1	+S1.MP	-A2.2
32	A1.4	Pump 2 main supply		=A1	+S1.MP	-A2.2
33	A1.5	Pump 3 FU		=A1	+S1.MP	-A2.2

Kuva 59. Muokattava I/O-lista Excelissä

### 5.3 Komponentin luonti

Komponentin luonti voidaan aloittaa muokkaamalla esimerkiksi jo tietokannassa olevaa komponenttia. Kuvan 60 mukaisessa ikkunassa määritellään aluksi, että minkälaista komponenttia lähdetään luomaan, kuten esimerkiksi laitetta, liittintä tai kaapelia.

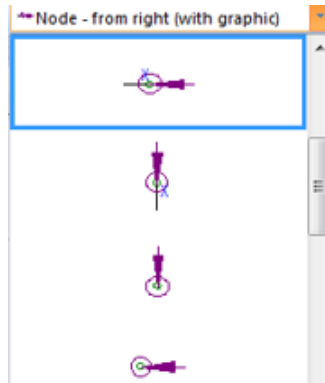
KUVA 60. Luotavan komponenttityypin valinta

Määrittelyn jälkeen laitteelle voidaan antaa kuvan 61 mukaisia tietoja, kuten esimerkiksi valmistaja, kuvaus tai yksilöivä ID-numero. Käyttäjä voi itse määrittellä komponentille attribuutit, eli niitä voidaan lisätä haluttu määrä.

Name	Entry
Class	A
Description	PROFINET / CAN CONVERTER
Product	<no entry>
SUPPLYNO	<no entry>
Description English	PROFINET / CAN CONVERTER
Description Finnish	PROFINET / CAN CONVERTER
Manufacturer	ADFweb
Material number	<no entry>
OWNER	TRE
Type specification	HD67606-A1
Version Approved	<no entry>

KUVA 61. Komponentille määritettävät tiedot

Tämän jälkeen täytyy valita, halutaanko käyttää vanhan komponentin rakennetta vai luoda uusi, jonka rakennetta voidaan muokata. Valinnan jälkeen komponentin symbolia voidaan muokata ja tallentaa sekä symboli, että komponentti tietokantaan. Symbolia voidaan muokata helposti viivanpiirto- ja tekstityökaluilla sekä kuvan 62 mukaisilla kytkentäpisteillä. Symbolille määritetään myös liittimien numerot ja muut attribuutit. Komponenteille on mahdollista määrittää sekä piirikaavio-, että layout-piirrosmerkit.

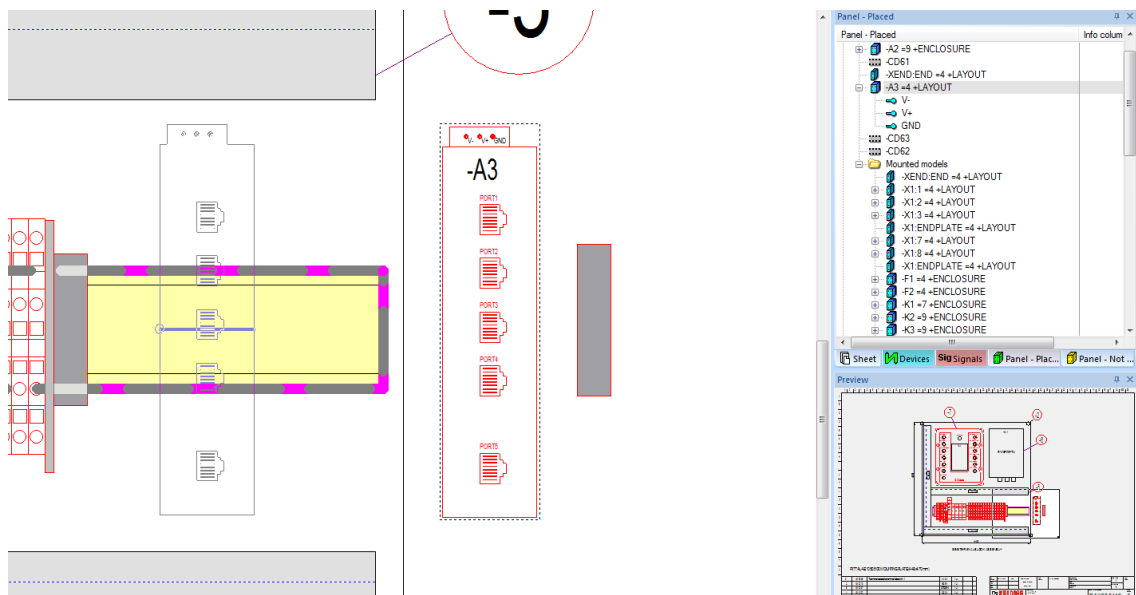


KUVA 62. Kytentäpisteet

#### 5.4 Kotelosuunnittelu

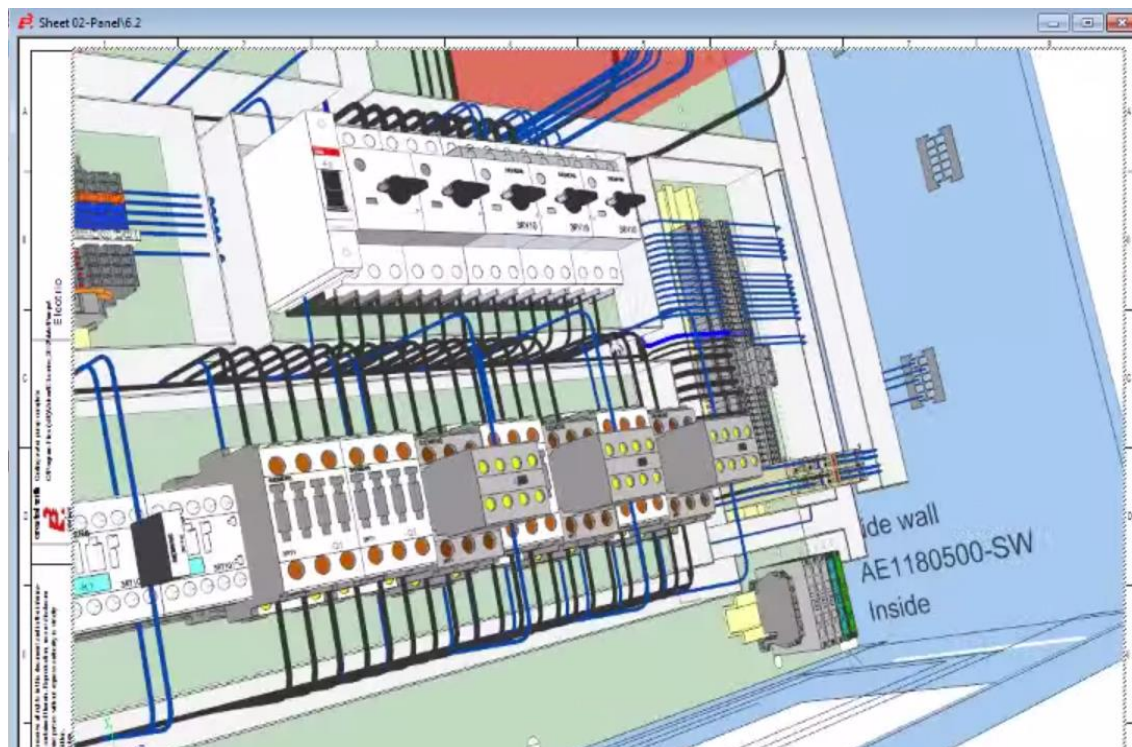
Kotelosuunnittelu vaatii E<sup>3</sup>.panel -lisäosan. Kyseinen lisäosa on integroitu piirikaaviosuunnitteluun, joten järjestelmä tietää miten laitteet on kytketty ja miten ne täytyy sijoittaa. Valmis kotelo voidaan tuoda komponenttietokannasta tai se voidaan luoda itse. Kuvassa 63 nähdään, kuinka komponentin layout-symboli tuodaan kotelon takaseinässä sijaitsevaan DIN-kiskoon. Ohjelma ei anna sijoittaa laitetta mihin tahansa, vaan komponentti asetetaan automaattisella tarttumistoiminnolla aktiiviseksi tulevaan kiskoon. Kaapelikourujen ja kiskojen muokkaus tapahtuu helposti ensin tarttumalla ja sitten venyttämällä tai kutistamalla muokattavaa kohdetta. Projektipuu sisältää ”Panel – Not Placed” -välilehden, jossa on listattuna projektin kaikki komponenttien layout-symbolit, joita ei ole vielä lisättyä layout-kuvaan. Laite poistuu listasta, kun symboli lisätään koteloon.





KUVA 63. Komponentin A3 sijoittaminen projektipuusta kotelon DIN-kiskoon

Kotelosuunnittelu voidaan tehdä myös 3D-muodossa, kuten kuvassa 64 nähdään. Kotelosta voidaan valita mikä tahansa komponentti ja voidaan siirtyä sen sijaintiin piirikaaviossa. E<sup>3</sup>.panel+ -lisämoduulin avulla ohjelma kytkee laitteet fyysisesti käyttäen lyhintä mahdollista johdotusreittiä. Se laskee myös johtimien pituustiedot, mikä helpottaa itse kokoamista.

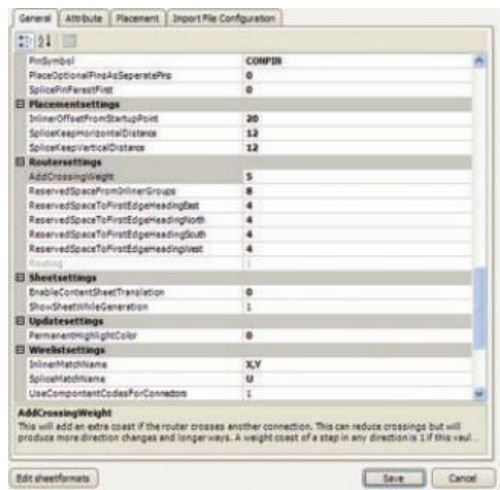


KUVA 64. Kotelosuunnittelu 3D-tilassa



## 5.5 Suunnitteluautomaatio

Piiri- ja johdotuskaavioiden automaattinen generointi voidaan suorittaa E<sup>3</sup>.Wiring Diagram Generator –lisämoduulilla, joka on integroitu E<sup>3</sup>.cable –ohjelmaan omana työkalupalkkinaan (Zuken 2015). Kaavioiden oletusasetukset sekä sijoitus- ja reititysmääritykset luodaan kuvan 65 mukaisella valikolla.

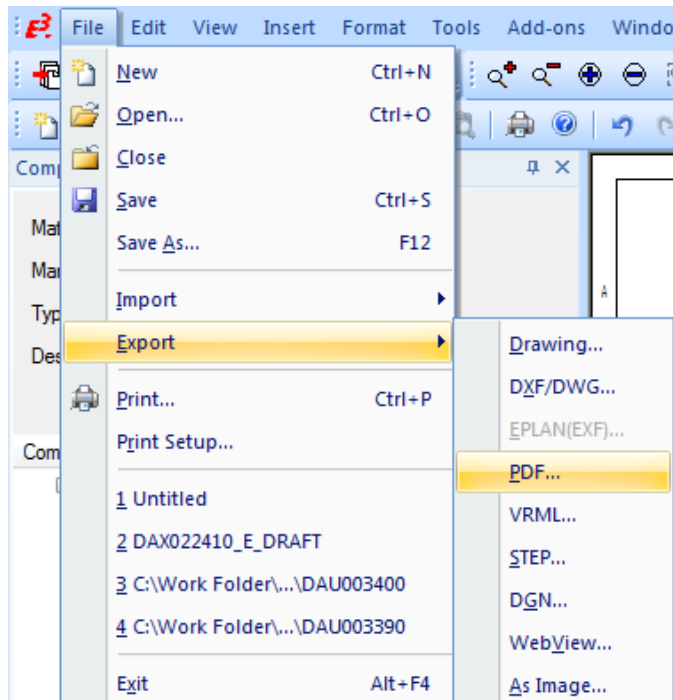


KUVA 65. Konfigurointivalikko

Asetusten määritysten jälkeen kaaviot voidaan luoda automaattisesti CSV- tai Excel-muotoisesta kytkentälistasta. Lisämoduulilla luotuja kaavioita voidaan muokata käyttämällä E<sup>3</sup>.cable –ohjelmaa. Moduuli tukee muun muassa laitteiden tunnuksia, muuttujia, liittimiä sekä johdotussymboleja. (Zuken 2015).

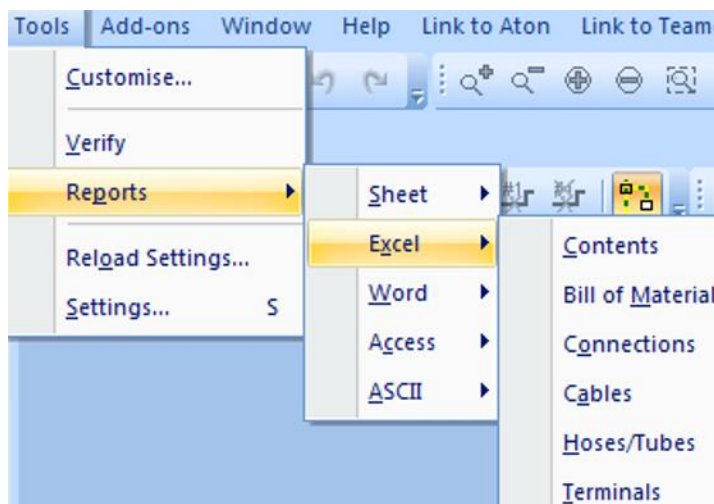
## 5.6 Tulostaminen

Valmis projekti voidaan muuntaa ”Export” –toiminnolla kuvassa 66 näkyviin eri muotoihin. Ennen tulostusta projektin ollessa valmis, on tärkeää tehdä siivous käyttämättömistä komponenteista projektipuussa ”Purge” –toiminnolla, jolloin projektipuuhun tuodut, mutta piirtoalueella käyttämättä jääneet komponentit eivät tule näkyviin laite tai kaapelilistoissa.



KUVA 66. Piirikaavioiden tulostus PDF-muotoon

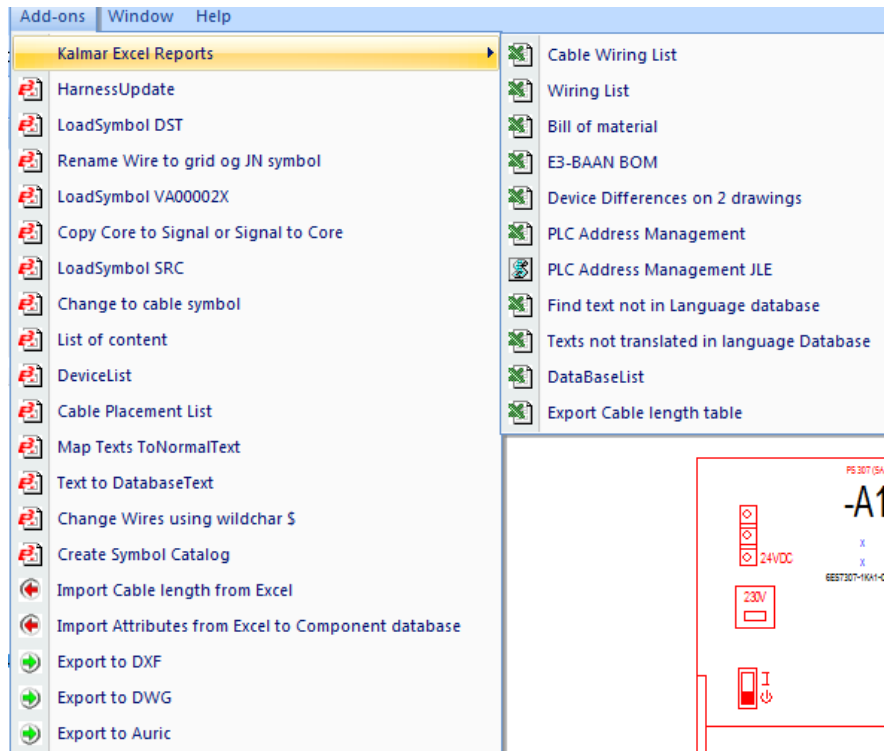
Oletuksena E<sup>3</sup>:lla voidaan tehdä kuvan 67 mukaisia luetteloita muun muassa piirtoarkeille sekä Exceliin. Mahdollisia tehtäviä luetteloita ovat esimerkiksi osa-, kytkentä-, kaapeli-, ja riviliitinluettelot.



KUVA 67. Tulostettavat luettelot

”Add-ons” –valikkoon voidaan erikseen ohjelmoida haluttuja luettelotoimintoja, kuten kuvan 68 esimerkissä nähdään. E<sup>3</sup>.reports-lisämoduulilla voidaan luoda esimerkiksi Excel- tai PDF-formaattisia luetteloita mistä tahansa ohjelman sisältämästä datasta, kuten osaluetteloista. Kyseinen lisämoduuli vaaditaan, jotta kaavioita ja luetteloita voidaan tulostaa PDF –muodossa. Sillä luodut PDF-dokumentit kuitenkin sisältävät älykkäät

ominaisuudet, kuten viitenuolien ja laitteiden osoitteiden käyttäminen dokumentissa navigoidessa.



KUVA 68. Erikseen ohjelmoitavien lisäosien kautta tulostus

## **6 VERTEX ED**

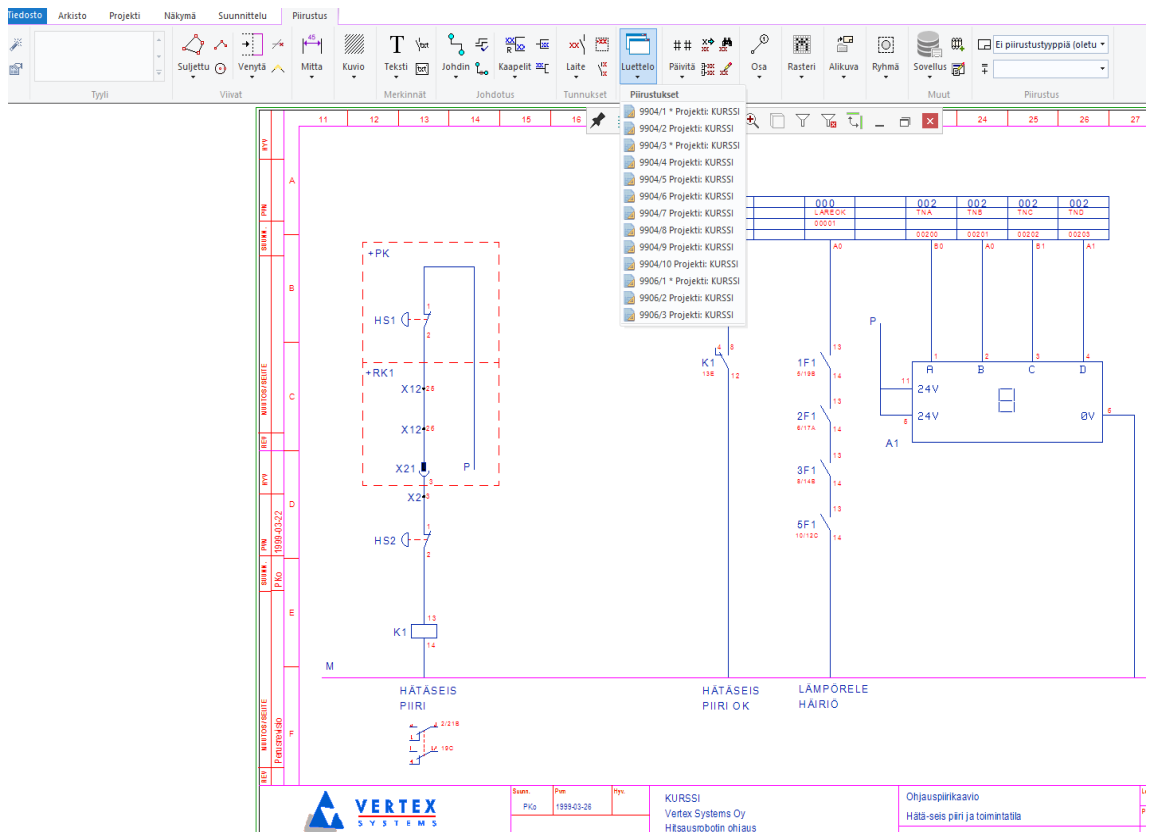
Tässä osiossa kerrotaan Vertex ED:n perustietoja ja käydään sen ominaisuuksia yksityiskohtaisemmin läpi.

### **6.1 Perustietoa**

Vertex Systems Oy on vuonna 1977 perustettu suomalainen tietokoneohjelmistoja valmistava yritys. Sen valmistama Vertex ED 2015 on sähkö- ja automaatio suunnitteluun tarkoitettu työkalu. (Vertex 2015). Tarkasteltavana ohjelmaversiona käytetään 21.0 - versiota.

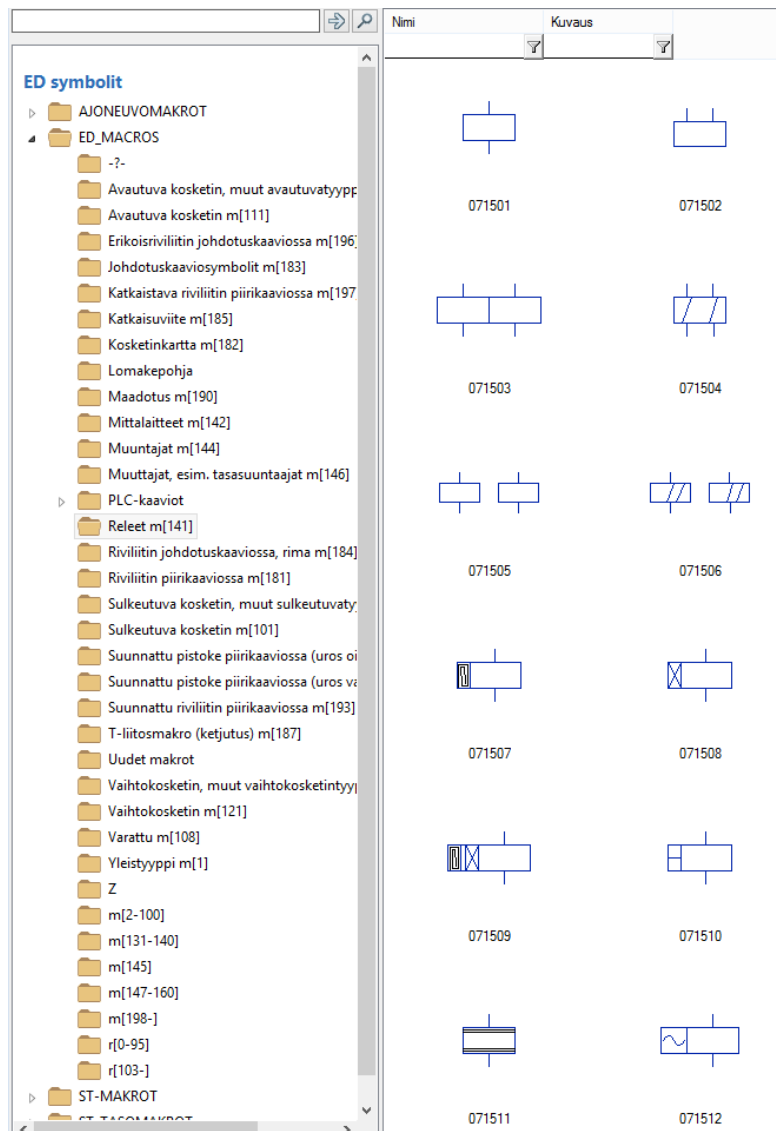
### **6.2 Piirikaaviosuunnittelu**

Vertex ED sisältää kuvan 69 mukaisen piirikaaviosovelluksen, Ohjelma sisältää tarvittavat työkalurivit sähkösuunnitteluun, kuten viivan- ja johtimenpiirto-ominaisuudet sekä suppean kaapelitietokannan, jota voi myös itse vapaasti muokata. Vertexissä johdotusviivan piirto on manuaalista. Se voidaan tehdä valitsemalla piirtoalueella oleva komponentti, jolloin sen kytkentäpisteet tulevat aktiiviseksi. Tämän jälkeen johdotusviiva voidaan vain vetää hiirellä toisen komponentin kytkentäpisteeseen.



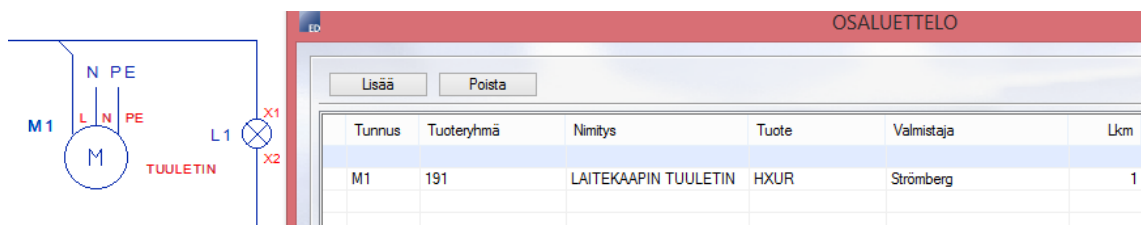
KUVA 69. Vertex ED:n yleisnäkymä

Sovellus sisältää sähkösuunnitteluun soveltuvan kuvan 70 mukaisen kattavan symbolikirjaston, jossa on muun muassa rakennusten tasopiirustuksiin sekä sähköpiirikaavioihin tarvittavia symboleja. Symboleita voidaan myös muokata editorissa ja tallentaa omana symbolinaan kirjastoon. Piirikaavioita piirrettäessä symboleita voidaan yksinkertaisesti vetää ja tiputtaa piirtoalueelle.



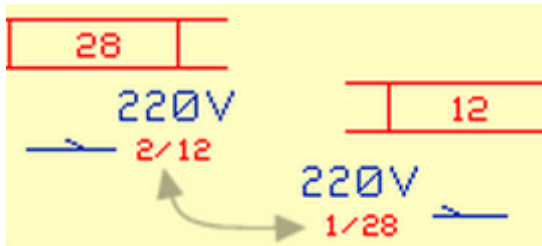
KUVA 70. Symboliselain

Symboleille on myös mahdollista antaa kuvan 71 mukaisia laitetietoja, kuten esimerkiksi tunnus, valmistaja. Tietojen muokkaus tapahtuu klikkaamalla symbolia piirtoalueella hiiren oikealla ja valitsemalla ”Laitetiedot”.



KUVA 71. Moottorin laitetiedot

Kuvan 72 mukainen ristikkäisviittaus taas kertoo missä sarakkeessa ja millä lehdellä yhteysviiva jatkuu. Viittaukset löytyvät symbolikirjastosta ja niiden välillä voidaan navigoida klikkaamalla viitettä.



KUVA 72. Katkaisuviittaukset

Projektiin voidaan määrittää uusi kaapeli kuvan 73 mukaisella työkalulla. Kun tiedot on tehty, se voidaan yksinkertaisesti lisätä kaavioon johdotusviivan kohdalle. Kaapelitietokannassa on mahdollista luoda omia kaapeleita, missä niille voidaan määrittää johdinnumeroinnit sekä värit.

UUDEN KAAPELIN TIEDOT									
Kaapelinro									
MISTÄ					MIHIN				
KAAPELI	LKM	Sijainti	Laite	Liit.	Sijainti	Laite	Liit.	KAAPELITYYPPI	KOODI
	1							MMJ 4x1,5S	

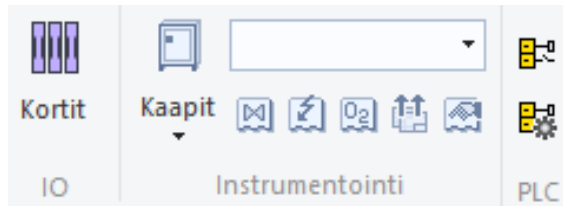
KUVA 73. Uuden kaapelin määrittäminen

Kaapeli- sekä johdintunnus on mahdollista lisätä myös jälkeempään tavallisen tekstityökalun avulla, kuten kuvassa 74 on esitetty.



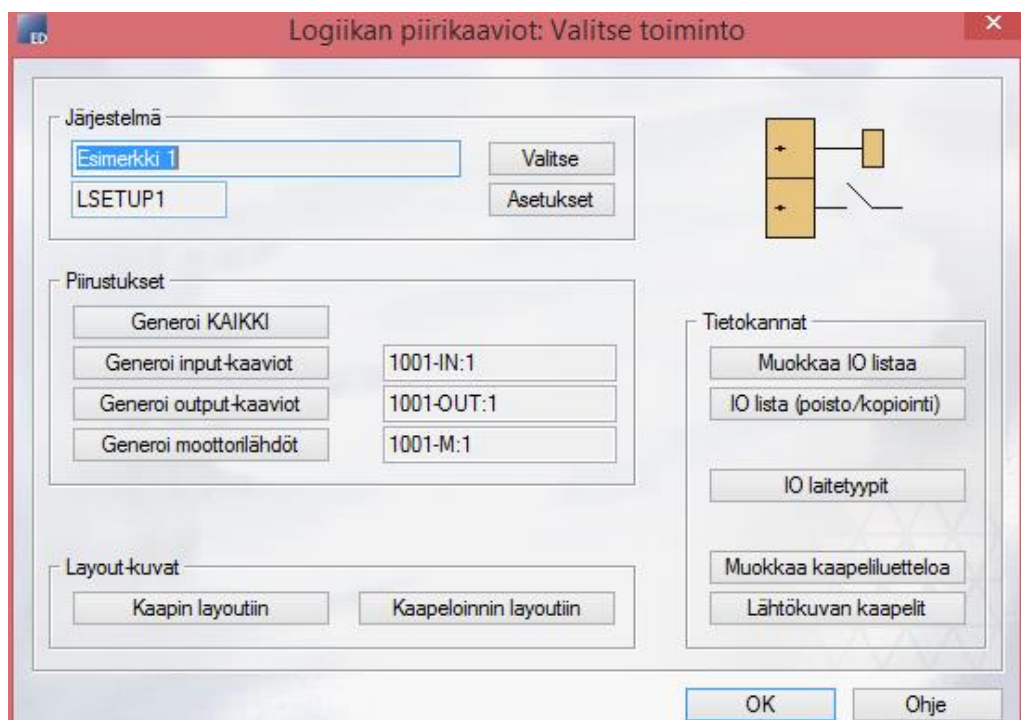
KUVA 74. Kaapelitunnusten lisäys

Logiikka- ja instrumentointisuunnittelujen toteuttaminen vaatii kumpaankin omat sovelluksensa, jotka ovat integroitu omia työkalupalkkeinaan ohjelmistoon, kuten kuvassa 75 nähdään.



KUVA 75. Työkalurivit logiikka- ja instrumentointisuunnitteluun

Kuvassa 76 on esitetty logiikkasovellus, jolla voidaan muokata I/O-listoja ja generoida kaavioita niiden perusteella. Työkalulla onnistuu myös muun muassa kaapeleiden tietojen muokkaus.



KUVA 76. Logiikkasovellus

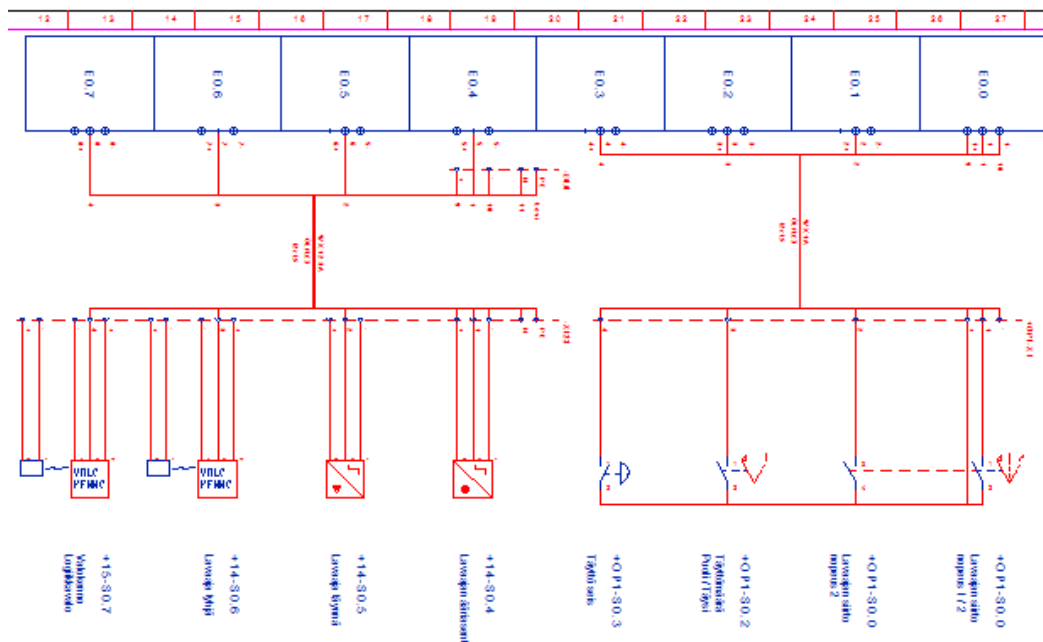
Kuvassa 77 esitetystä IO-listasta määritellään (kukin omalla tietokantarivillään) järjestelmän IO-kortit, korttien liitinrimat, IO-laitteet, välikoteloinnin liitinrimat ja moottorilähdöt. Listaa on mahdollista myös muokata ulkoisesti Excelissä.



Pos	IO-tyyppi	Osoite	Lit.	Toiminto 1	Toiminto 2	Toiminto 3	Huom.	Kaapelireitti	Lay	Lisätiedot
LOG	CARD1	KOR...					litin_pois			
	LRIMA	E0.0		Logikan rima					0	cable
OP1	KYT2/1	E0.0	10	Lavaajan siirto	nopeus 1 / 2		sytot_log	OP1-X1	1	
OP1	KYT2/1	E0.1	11	Lavaajan siirto	nopeus 2		sytot_log	OP1-X1	0	
OP1	KYT1	E0.2	12	Täyttömäärä	Puoli / Täysi		sytot_log	OP1-X1	1	
OP1	PAINIKE	E0.3	13	Täyttö seis			sytot_log	OP1-X1	1	
14	IND1	E0.4	14	Lavaajan ääriasento				X123	0	
14	VK1	E0.5	15	Lavaaja täynnä				X123	0	
14	VK2	E0.6	16	Lavaaja tyhjä				X123	0	
15	VK2	E0.7	17	Valokenno	Logikkavalv			X123	0	
12	KYT1	E1.0	18	Käytieto			data1-+12		0	
	CARD2						rele		0	
	LRIMA	A0.0		Logikan rima					0	
11	MVENT2	A0.0		Kuljetin	ylös			X123	0	cable

KUVA 77. I/O-lista

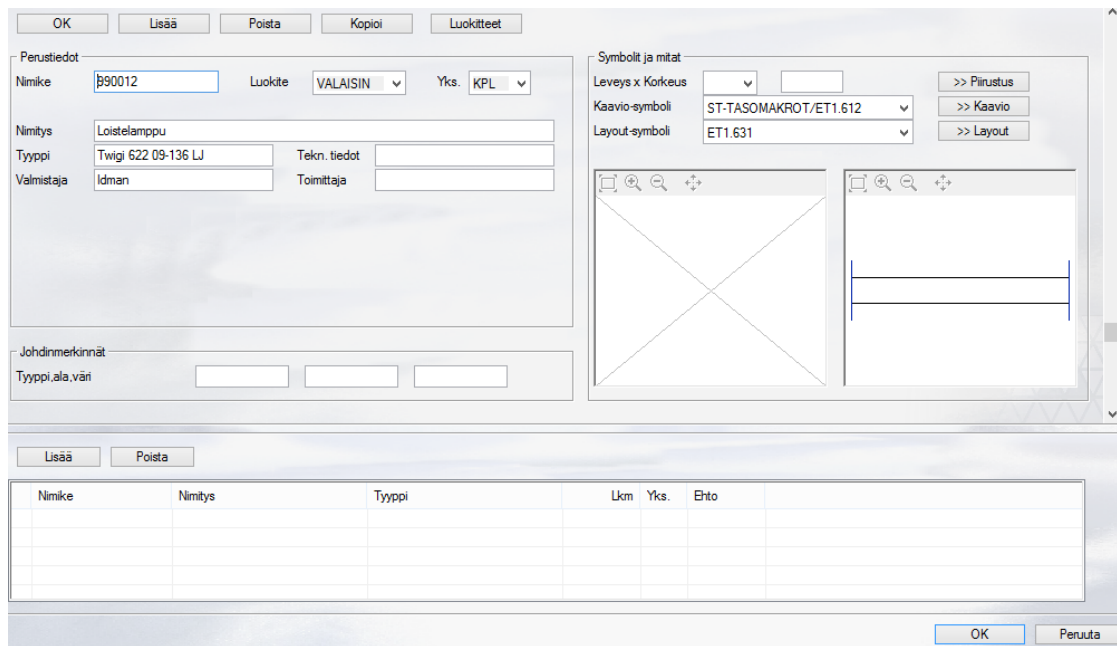
Kuvassa 78 on esitetty esimerkki, I/O-listan perusteella luodusta kaaviosta. Listojen tietoja muokkaamalla tiedot päivittyvät myös kaavioihin.



KUVA 78. I/O-listan perusteella generoitu kaavio

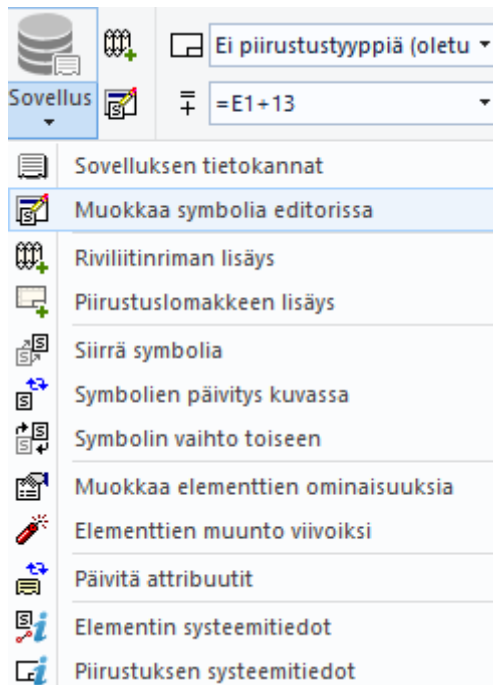
### 6.3 Komponentin luonti

Komponentin luonti voidaan aloittaa esimerkiksi lisäämällä laitetiedot kuvan 79 mukaiseen komponenttietokantaan, joka voidaan myös viedä Exceeliin muokattavaksi ja palauttaa muokattu lista takaisin ohjelmaan. Komponenttietokanta tunnetaan Vertexissä nimellä ”Nimikkeet”.



KUVA 79. Komponenttitietokanta

Kun laitetiedot on annettu, voidaan sille määrittää piirikaaviosymboli sekä layout-symboli joko valitsemalla valmis symbolikirjastosta, muokkaamalla vanhasta (kuva 80) tai piirtämällä uusi.



KUVA 80. Valikko symbolin muokkaamiseen

Kuvan 81 työkalujen avulla määritetään muun muassa symbolin kytkentäpisteet, minkä pisteen mukaan se kohdistetaan, sekä mihin kohtaan laitetunnus ja muut tekstiattribuutit

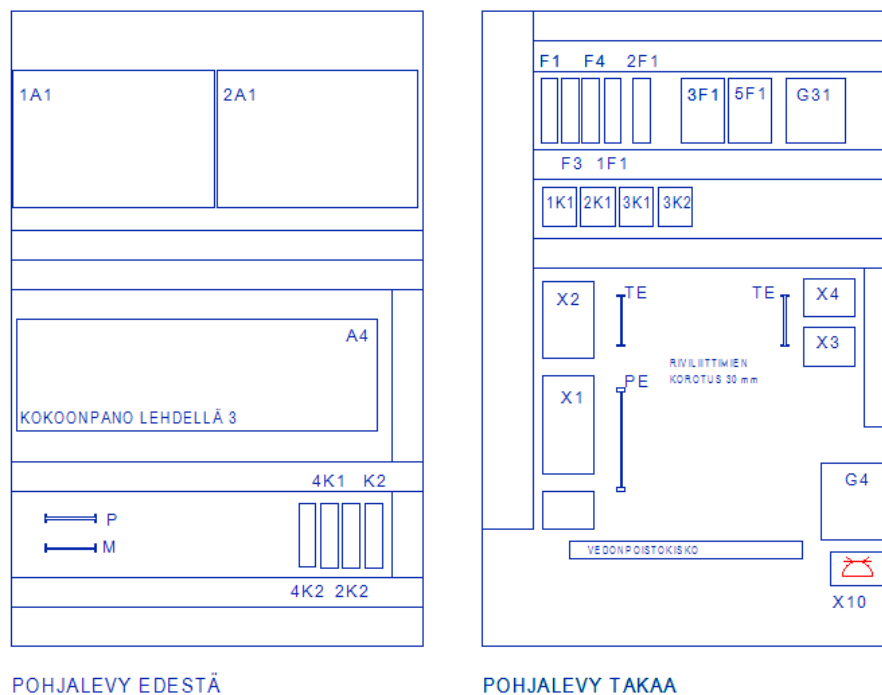
sijoitetaan. Sen lisäksi se sisältää normaalit viivanpiirtotyökalut, millä komponentin symbolin muokkaus onnistuu. Muokkauksen jälkeen, se voidaan tallentaa symbolikirjastoon omana symbolinaan, mistä se voidaan liittää komponenttitietokantaan ja sitoa johonkin tiettyyn komponenttiin.



KUVA 81. Työkalurivit komponentin luomiseen sekä muokkaamiseen

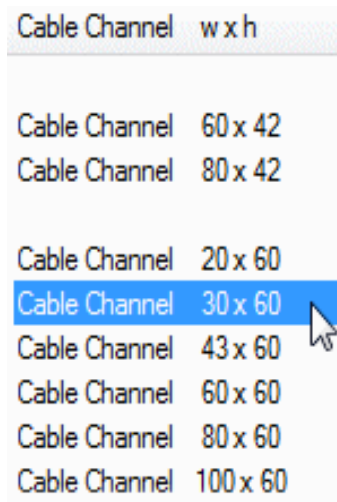
## 6.4 Kotelosuunnittelu

Kotelosuunnittelua varten Vertex sisältää viivanpiirto-, mittaviiva- ja tekstityökalut, joilla voidaan luoda esimerkiksi kuvan 82 mukaisia yksinkertaisia layout-kuvia. 3D-mahdollisuutta Vertex ei sisällä.



KUVA 82. Kotelon layout-kuva

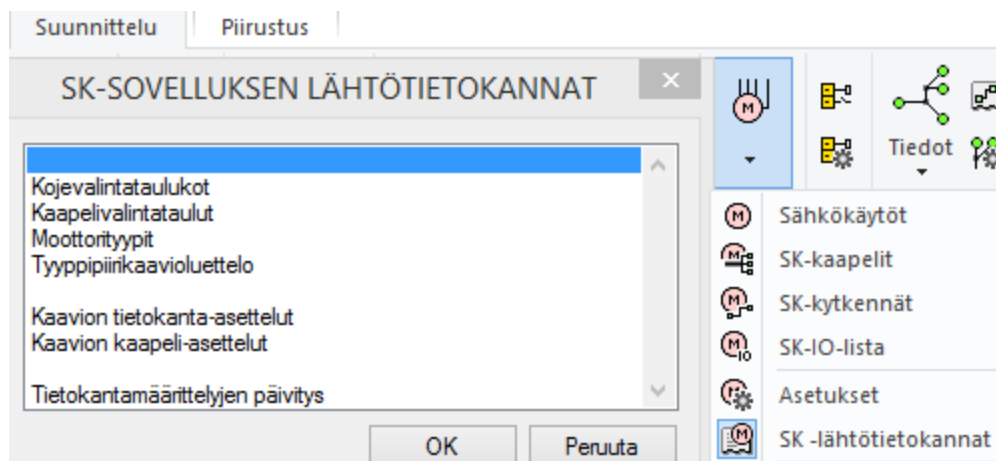
Se sisältää myös kuvan 83 mukaisia ennalta määritettyjä johtokouruja, joita voidaan hyödyntää suunnittelussa. Tämä helpottaa suunnittelua jonkin verran, kun kourun piirtämiseen ei tarvitse kuluttaa aikaa.



KUVA 83. Ennalta määritetyt johtokourut

## 6.5 Suunnitteluautomaatio

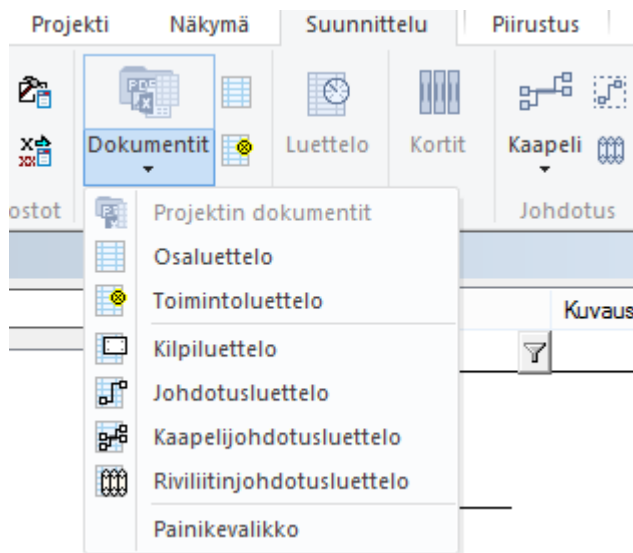
Piirikaavioiden automaattinen generointi voidaan tehdä kuvan 84 mukaisella Sähkökäyttösovelluksella. Sen avulla esimerkiksi moottoripiirikaaviot voidaan generoida, kun on ensin piirretty mallipiirikaavio, tehty kaapeli- ja kojevalinnat sekä siirretty tiedot tietokantaan. Syntyneen tietokannan perusteella tuotetaan sähkökäyttöjen piirikaaviot, pääkaaviot, moottoriluettelot, ja kaapeliluettelot. Tietokannassa päivitetty tiedot päivittyvät valmiiseen piirikaavioon. Tietokantataulukot voidaan viedä muokattavaksi Exceliin ja tuoda takaisin ohjelmaan.



KUVA 84. Sähkökäyttösovellus

## 6.6 Tulostaminen

Piirikaaviot voidaan tulostaa muun muassa DWG-, DXF- ja PDF-muodossa. PDF-tulosteista voidaan tehdä älykkäitä dokumentteja, joissa on hakemisto sekä navigointi sijainti- sekä katkaisuviittausten avulla. Hakemisto luodaan automaattisesti piirustusarkiston perusteella. Riviliittimistä saadaan automaattisesti riviliitinkohtaiset johdotusluettelot. Myös erilaiset piirustus-, laite-, I/O- ja kaapeliluettelot tuotetaan automaattisesti ja ne on mahdollista tallentaa myös Excel-muodossa kuvan 85 mukaisella valikolla. Vain osa- ja määräluettelot voi tallentaa suoraan PDF-muodossa. Suunnitteludokumenttien ylläpito voidaan tehdä Vertex Katselupäätte -ohjelmalla, jolla dokumentteihin saadaan katseluoikeudet. Sillä voidaan tehdä esimerkiksi punakynämerkintöjä, jotka näkyvät suunnittelijan sovelluksessa.



KUVA 85. Tulostettavat dokumentit

## 7 VERTAILU

Tässä osiossa vertaillaan ohjelmia keskenään edellä esiteltyjen ominaisuuksien sekä hinnan osalta.

### 7.1 Piirikaaviosuunnittelu

Piirikaavioiden piirtäminen onnistuu kaikilla ohjelmilla helposti, mutta E<sup>3</sup> ja EPLAN ovat siinä nopeimpia automaattisten johdinviivojen piirron ansiosta. Tämä säästää huomattavasti aikaa verrattuna suomalaisiin kilpailijoihin. Johdotusviittaukset, jotka kaikissa ohjelmissa, paitsi CADS:issä, ovat nuolityyppisiä, helpottavat projektissa navigointia ja niiden käyttö on yksinkertaista kaikissa ohjelmissa.

Kaikki ohjelmat sisältävät valikot piirtoalueella olevan komponentin tietojen muokkaamiseen, missä voidaan muokata esimerkiksi laitteen tunnusta ja muita tietoja. Vertexissä kyseinen valikko on kuitenkin rajoittunein sisältäen vähiten muokattavia kenttiä verrattuna esimerkiksi E<sup>3</sup>:een, missä vaikkapa moottorille voidaan syöttää mm. virta, jännite ja tehotiedot. CADS sisältää täysin riittävät mahdollisuudet lisätä tietoja komponenteille koko ajan näkyvillä olevassa Ominaisuudet-ikkunassa, kun taas EPLAN mahdollistaa jopa laitteen kiinnitystietojen lisäyksen.

Johtimien sekä kaapeleiden E<sup>3</sup>:ssa ja Vertexissä kaapelin johdin voidaan vain vetää tietokannasta piirretyn johdinviivan päälle, kun taas CADS:issä tietokannasta veto ei onnistu. CADS sisältää valmiina hyvän kaapelitietokannan, joka soveltuu yleisimpiin suunnittelutehtäviin. Kaikki ohjelmat tarjoavat monipuolisia tapoja esittää kaapeli- ja johdintunnukset, Vertexin kuitenkin sisältäen tavallisen tekstieditorin tunnuksien esittämiseen, mikä tekee siitä manuaalisen verrattuna muihin.

Esimerkiksi I/O-pisteiden, laitteiden sekä kaapeleiden tietojen muuttaminen keskitetyn tietokannan kautta onnistuu myös helposti kaikissa ohjelmissa, joissa kyseisistä tiedoista on mahdollista muodostaa Excel-muotoisia taulukoita, joissa tietojen muokkaus sekä palautus takaisin piirtotilaan ovat nopeaa. CADS sisältää tähän tarkoitukseen oman tietokantatyökalun, jossa kaikkia projektin tietoja voidaan käsitellä keskitetysti. E<sup>3</sup> sisältää valikot, joista tietokantataulukot saadaan valittua ruudulle näkyviin. Ne ovat omia Excel-formaattisia ikkunoitaan, joihin voidaan vetää esimerkiksi

komponenttitietokannasta kaapeleita tai laitteita. EPLAN:issa on mahdollisuus viedä tietoja Exceliin sekä palauttaa niitä ja samanlainen toteutus löytyy myös Vertexistä. Kaikilla vaihtoehdoilla on erilaiset menetelmät tehdä samat asiat, mutta helppokäyttöisyyden kannalta voidaan todeta, että E<sup>3</sup>:en helposti muokattavat taulukot omina ikkunoinaan on vertailun paras toteutus.

## 7.2 Komponentin luonti

Komponentin luonti, muokkaus ja tallentaminen tietokantaan ovat verrattain helppoa kaikissa ohjelmissa ja kaikki ohjelmat sisältävät symbolikirjastot sisältäen piirikaaviosuunnitteluun tarvittavat symbolit. EPLAN sisältää kuitenkin myös valmiin, usean laitevalmistajan ylläpitämän verkkopohjaisen komponenttikirjaston, minkä avulla voidaan suunnitella koko projekti vaikkapa vain ABB:n komponenteilla. Kun komponentti tuodaan tietokannasta piirtoalueelle, se on täysin käyttäjän muokattavissa tietojen, ulkoasun sekä kytkentäpisteiden osalta, jonka jälkeen se voidaan tallentaa tietokantaan omana komponenttinaan. Yhdelle komponentille on mahdollista luoda 16 erilaista esitystapaa. Muissa ohjelmissa omien komponenttikirjastojen luominen täytyy aloittaa symbolikirjaston perusteella tai tyhjästä.

Vertex sisältää ”Nimikkeet”-tietokannan, mihin komponenttien tietoja voidaan lisätä ja määrittää niille sekä piirikaavio-, että layout-piirrosmerkkejä. Piirrosmerkkien muokkaus tapahtuu symbolieditorissa, missä niitä voidaan muokata teksti- ja viivanpiirtotyökaluilla sekä lisätä kytkentä- sekä attribuuttipisteitä.

CADS sisältää ”Symbolin tallennus”-ikkunan, missä voidaan mille tahansa piirtoalueella olevalle objektille määrittää kytkentä- ja attribuuttipisteet sekä tallentaa se omaan symbolikirjastoon. Symboleihin on mahdollista projektin aikana yhdistää laitevalmistajien tuotetietoja, jolloin niistä voidaan muodostaa laiteluetteloja.

E<sup>3</sup> sisältää oman ohjatun apuohjelman komponentin luomiseen, minkä avulla komponentin ja sen symbolien luominen tapahtuu helposti. Komponentille on mahdollista määrittää esimerkiksi piirikaavio- ja layout-symbolit.

Parhaiten komponenttien luominen sekä tietojen muokkaaminen onnistuu EPLAN:illa, koska sillä on mahdollista luoda samalle komponentille useita eri piirrosmerkkejä, ja

koska valmiin komponenttikirjaston tuotteet ovat helposti muokattavissa myös kytkentäpisteiden osalta heti piirtoikkunassa. Myös E<sup>3</sup>:en toteutus on hyvä, mutta komponenttien muokkaus täytyy tehdä editorilla.

### 7.3 Kotelosuunnittelu

Vertex on vertailun epäsopivin ohjelmisto kotelosuunnitteluun, sillä se sisältää vain perinteiset viivanpiirtotyökalut ilman 3D-suunnittelumahdollisuutta. CADs sisältää 3D-ominaisuuden, mutta suunnittelu ei ole älykkäästi ohjattu, kuten EPLAN:issa ja E<sup>3</sup>:ssa, jotka ohjaavat laitteiden sijoittamista esimerkiksi kiskoon, näyttävät miltä valmiit johdotukset tulevat näyttämään sekä osaavat laskea johdinpituudet. Ne näyttävät myös listamuodossa, mitkä projektin komponentit vielä puuttuvat kotelosta. Verrattuna E<sup>3</sup>:een, EPLAN sisältää lisäksi virheentarkistusominaisuudet johtokourujen täyttymisestä sekä laitteiden tila- ja jäähtymisvarauksista. Näiden lisäominaisuuksien takia voidaan todeta, että EPLAN on vertailun soveltuvin ohjelmisto kotelosuunnitteluun.

### 7.4 Suunnitteluautomaatio

Piirikaavioiden automaattinen generointi onnistuu kaikissa ohjelmissa mallipiirikaavioiden sekä laitetieto- ja kytkentätaulukoiden perusteella. Kaikkien ohjelmien generointityökalut ovat joko Excel-pohjaisia tai tietojen siirto ohjelmien välillä onnistuu yksinkertaisesti. Yksinkertaisin toteutus on CADs:issä, joka tarvitsee vain pohjakuvan, joihin muuttujat on määritelty ”\$”-merkeillä ja Excel-taulukon muuttujineen. EPLAN:issa on kuitenkin mahdollista luoda myös omia piirikaavioleikkeitä esimerkiksi suoraan verkkoon kytketystä moottorikäytöstä, jonka komponentteja, kuten kaapeleita ja etukojeita, voidaan muuttaa ennalta määritettyjen arvotaulukoiden perusteella. Kaavioita on mahdollista luoda myös esimerkiksi Siemensin logiikkaohjelmasta tuodusta datasta. Tämän takia kaavioiden, sekä niiden osien, automaattinen generointi onnistuu kätevimmin EPLAN:illa.

### 7.5 Tulostaminen

Taulukossa 4 nähdään miten vertailu ohjelmien tulostusominaisuuksista. CADs tarjoaa hyvät tulostusominaisuudet ja kaikki tarvittavat luettelot saa tulostettuna vakiona Excel- ja PDF-muodoissa. Piirikaavioiden PDF-dokumentit eivät ole älykkäitä, eli niissä



navigointi ei onnistu johdotusviittausten avulla. EPLAN käyttää omia valmiita raporttipohjiaan, jotka mahdollistavat myös käänteisen suunnittelun raporteista kaavioihin päin. Ne voidaan muuntaa myös taulukossa 4 mainittuihin muotoihin. Sen PDF-muotoiset piirikaaviot ovat älykkäitä oletuksena. Niihin on mahdollisuus tehdä kommentteja, jotka voidaan palauttaa takaisin piirtotilaan. E<sup>3</sup>:sen tapauksessa on suositeltavaa hankkia E<sup>3</sup>.reports-lisämoduuli, jolla voidaan tulostaa mitä tahansa ohjelman sisältämää dataa käyttäjän määrittämässä formaatissa. Sen avulla voidaan piirikaaviot tulostaa myös älykkäässä PDF-muodossa. Muun muassa osa- ja kaapeliluetteloiden tulostaminen sillä kuitenkin onnistuu oletuksena muun muassa Exceliin. Vertexin tulostusominaisuudet ovat vertailun rajoittuneimmat, sillä vain osa- ja määräluetteloiden tulostus onnistuu PDF-muodossa. Tosin älykkäiden piirikaavioiden tulostus PDF-muodossa onnistuu.

TAULUKKO 4. Tulostusominaisuuksien vertailu

	<b>Piirikaavi</b>	<b>Osaluettel</b>	<b>Kaapeliluettel</b>	<b>Kytkentäluettel</b>	<b>Riviliitinluettel</b>
	<b>o</b>	<b>o</b>	<b>o</b>	<b>o</b>	<b>o</b>
<b>CADS</b>	DWG/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF
<b>EPLAN</b>	DWG/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF
<b>E<sup>3</sup></b>	DWG/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF	Excel/PDF
<b>Vertex</b>	DWG/PDF	Excel/PDF	Excel	Excel	Excel

## 7.6 Hinta

Taulukon 5 hinnat ovat Suomen jälleenmyyjiltä tarkistettuja yhden ohjelmistopakettin enimmäishintoja, joiden pitäisi olla soveltuvia insinööritoimiston käyttöön niin sähkö-, logiikka-, kuin kotelosuunnittelun osalta. EPLAN:nin sekä E<sup>3</sup>:sen osalta hinta kattaa siis myös kotelosuunnittelumoduulin. Ominaisuuksia karsittaessa hinnat saattavat pudota useilla tuhansilla euroilla. Ohjelmistojen hinnoilla on tietenkin myös merkitystä tässä vertailussa, sillä käytettävissä oleva budjetti määrää osin sen, mihin ohjelmaan päädytään.

TAULUKKO 5. Hintavertailu

<b>Ohjelma</b>	<b>Hinta / €</b>
CADS Electric Pro	6 950
EPLAN	14 000
E <sup>3</sup>	15 000
VERTEX ED	7 500

## 8 POHDINTA

CADS:in sekä E<sup>3</sup>:en pitempi käyttökokemus koulu- ja työelämässä tekivät niiden ominaisuuksien listaamisen yksinkertaisemmaksi, kuin vertailun muiden ohjelmien, joista ajan puutteen sekä lisenssiongelmien takia muista ohjelmista kirjoitettiin lyhyiden esittelyjen perusteella. Käyttökokemusta niistä ohjelmista olisi tietenkin ollut mukava saada lisää. Kaikkia ohjelmia oli kuitenkin helppoa ja loogista käyttää sekä ohjelmien tärkeiden ominaisuuksien listaaminen onnistui hyvin. Työn alussa oletuksena oli, että kaikilla ohjelmilla perinteisten piirikaavioiden piirto onnistuu helposti.

Vertailun kannalta tärkeimmässä osassa oli piirikaavioiden generointi valmiiden kytkentälistojen ja pohjakuvien avulla sekä tietojen muokkaaminen tietokantaluetteloiden avulla. Vertailun jälkeen voidaan todeta, että nämä ominaisuudet ovat toteutettavissa kaikissa vaihtoehdoissa varsin helposti. EPLAN:in ja E<sup>3</sup>:sen ominaisuudet piirtämisen nopeudessa, ohjatussa kotelosuunnittelussa ja älykkäissä PDF-raporteissa tekevät niistä soveltuvampia insinööritoimistoon kuin kilpailijansa. EPLAN:issa lisäarvoa tuovat myös usean eri laitevalmistajan jatkuvasti kasvava tuotetietokanta komponenttien datatietoineen sekä valmiiden komponenttien helppo muokattavuus ja tallennus omana komponenttinaan. Suomalaiset ohjelmistot ovat varmasti täysin riittäviä myös vaatimaan insinöörikäyttöön sekä ne ovat ulkomaisia kilpailijoitaan noin puolet halvempia. Vertailun perusteella voidaan todeta, että soveltuvin ohjelmisto suunnittelutoimiston käyttöön on EPLAN.

## LÄHTEET

CADS. 2015. Luettu 13.4.2015.

[www.cads.fi](http://www.cads.fi)

EPLAN. 2015. Luettu 13.4.2015.

[www.eplan.fi](http://www.eplan.fi)

Zuken. 2015. Luettu 13.4.2015.

[www.zuken.com](http://www.zuken.com)

Vertex. 2015. Luettu 13.4.2015.

[www.vertex.fi](http://www.vertex.fi)

Suomen standardisoimisliitto SFS. 2006. SFS-EN 61082-1 Sähkötekniikassa käytettävien dokumenttien laatiminen. Osa 1: Säännöt. 2. painos.

Suomen standardisoimisliitto SFS. 2009. SFS-ISO 7573 Tekniset tuoteasiakirjat. Osaluettelot. 2. painos.