



# Suunnitteluohjelmien vertailu sähkö- asemasuunnitteluun

Riku Aarnio

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2023

Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Sähköinen talotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Sähköinen talotekniikka

AARNIO, RIKU:  
Suunnitteluohjelmien vertailu sähköasemasuunnitteluun

Opinnäytetyö 32 sivua, joista liitteitä 1 sivua  
Toukokuu 2023

---

Opinnäytetyö tehtiin Despro Engineering Oy:lle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia yrityksen käyttöön soveltuvia sähköasemasuunnitteluohjelmia. Työhön sisältyy käyttäjien haastatteluja, joiden perusteella saatiin tietoa vaadituista ominaisuuksista. Käyttäjiltä saatu tieto oli keskeistä, kun kartoitettiin tarkoitukseen sopivia ohjelmia. Ohjelmien verkkosivujen avulla testattavaksi valikoituneet ohjelmat saatiin karsittua muutamaaan.

Opinnäytetyössä käytiin lisäksi läpi Suomen sähköjärjestelmän toimintaa sekä yleisesti sähköaseman suunnitteluun liittyviä vaatimuksia. Ohjelman valintaan vaikuttaa ensiö- sekä toisiopiirin suunnittelijoiden vaatimukset.

Ohjelmien tutkiminen tapahtui suunnittelemalla pienimuotoinen toisiopiiri, jonka piirtämisessä hyödynnettiin vaadittuja ominaisuuksia. Suunnittelussa verrattiin 2D-suunnitteluohjelmien ominaisuuksia ja niiden soveltuvuutta sähköasemasuunnitteluun.

Työn lopputuloksena saatiin käsitys ohjelmien ominaisuuksista sekä siitä, kuinka kannattavaa yrityksen on siirtyä nykyisistä ohjelmista uuteen ohjelmaan.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
Electrical Systems

AARNIO, RIKU:  
Software comparison for Electrical Substations

Bachelor's thesis 32 pages, appendices 1 pages  
May 2023

---

The thesis was done for Despro Engineering Oy. The purpose of the thesis was to investigate the electrical substation design software suitable for the company's use. The work included user interviews to gather information about the required features, which is critical when selecting the software for research. By utilizing information found on the software's websites, three different programs can be selected for testing.

In addition, the thesis also reviewed the operation of Finland's electric grid and the requirements for substation design in general. The requirements of primary and secondary circuit designers affect the software selection.

The software investigation was conducted by designing a small-scale secondary circuit, utilizing certain features. The design compares the features of 2D design software and their suitability for substation design.

The outcome of the thesis was an understanding of the software features and whether it would be profitable for the company to switch to a new program from their current software.

---

Key words: substation, design software, EPLAN, AutoCAD

## SISÄLLYS

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO .....                             | 5  |
| 2 | SÄHKÖJÄRJESTELMÄ .....                     | 6  |
|   | 2.1 Sähköjärjestelmä Suomessa.....         | 6  |
|   | 2.2 Sähköasemat .....                      | 7  |
|   | 2.3 Sähköaseman suunnittelu .....          | 7  |
|   | 2.4 Suunnittelussa huomioitavat asiat..... | 7  |
| 3 | KÄYTÖSSÄ OLEVAT OHJELMAT .....             | 9  |
|   | 3.1 Cadmatic.....                          | 9  |
|   | 3.2 Microstation.....                      | 10 |
| 4 | KÄYTTÄJIEN HAASTATTELUT .....              | 11 |
|   | 4.1 Cadmatic.....                          | 11 |
|   | 4.2 Microstation.....                      | 12 |
| 5 | OHJELMAT.....                              | 13 |
|   | 5.1 Yrityksestä löytyvät ohjelmat.....     | 13 |
|   | 5.2 Testattavat suunnitteluohjelmat.....   | 13 |
|   | 5.3 Eplan.....                             | 14 |
|   | 5.3.1 Komponentit .....                    | 14 |
|   | 5.3.2 Raportit.....                        | 17 |
|   | 5.4 Autocad Electrical .....               | 19 |
|   | 5.4.1 Komponentit .....                    | 19 |
|   | 5.4.2 Raportit.....                        | 21 |
|   | 5.4.3 Rasteri .....                        | 24 |
|   | 5.5 Primtech 3D .....                      | 25 |
| 6 | YHTEENVETO .....                           | 26 |
| 7 | POHDINTA .....                             | 29 |
|   | LÄHTEET.....                               | 31 |
|   | LIITTEET .....                             | 32 |
|   | Liite 1. Haastattelukysymykset.....        | 32 |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään Despro Engineering Oy:n sähköasemasuunnittelutiimin toimeksiannosta. Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia ja kartoittaa muiden kuin yrityksellä jo käytössä olevien suunnitteluohjelmien soveltuvuutta sähköasematiimin käyttöön.

Despro Engineering Oy toimii koko Suomessa ja yrityksessä työskentelee 110 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2021 oli noin 6.6 miljoonaa euroa. Yrityksellä sijaitsee Suomessa 13 toimipistettä. (Despro 2021.)

Yrityksen sähköasemasuunnittelutiimin toimintaan kuuluu:

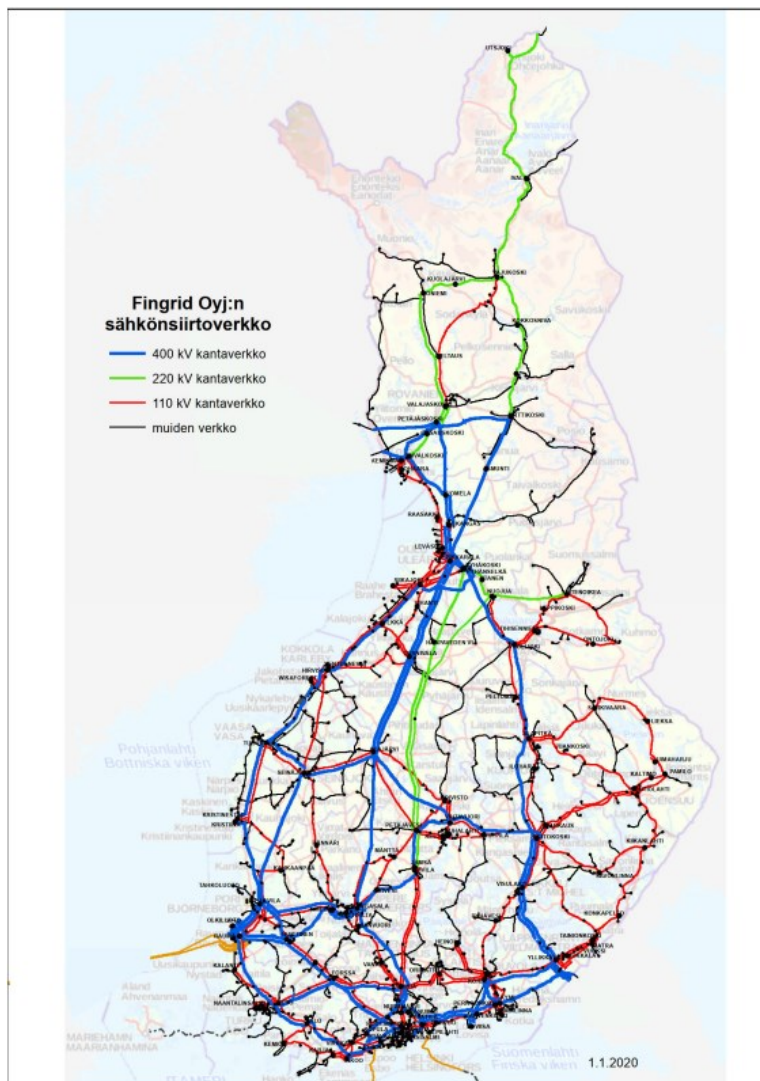
- Ensiöpiirisuunnitelmat
- Suojaus- ja ohjauspiirisuunnitelmat
- Maadoitussuunnitelmat
- AC/DC-järjestelmien suunnitelmat
- Laiterakennusten LVIS-suunnitelmat
- Maanrakennus-, perustus- ja teräsrakennesuunnitelmat

Sähköasemasuunnittelutiimillä on käytössä Cadmatic ja Microstation -ohjelmat, joista löytyy 3D-suunnittelu, piirikaaviosuunnittelu, johdotuskaavio ja rakenne-suunnittelu. Käytössä olevien ohjelmien toiminnasta löytyy parannettavaa automaattisten toimintojen hyödyntämisen osalta. Tämän työn tarkoituksena on tutkia käyttöön soveltuvia ohjelmia jo mainittuihin asioihin. Ohjelmien vertailussa niiden ominaisuuksia ja soveltuvuutta verrataan sekä valitaan kolme parhaiten tarpeisiin soveltuvaa ohjelmaa. Näillä ohjelmilla suunnitellaan testikohde ja toimivuuden perusteella valitaan parhaiten käyttöön soveltuva ohjelma. Näiden ohjelmien täytyy lisäksi olla yhteensopivia asiakkaiden ohjelmien tiedostomuotojen kanssa.

## 2 SÄHKÖJÄRJESTELMÄ

### 2.1 Sähköjärjestelmä Suomessa

Sähköjärjestelmään kuuluu kantaverkko, voimalaitokset, suurjännitejakeluverkot, jakeluverkot ja sähkön käyttäjät. Suomessa kantaverkon toiminnasta vastaa Fingrid Oyj, kuvassa 1 näkyy sähkönsiirtoverkko. Sähköverkko on yhteydessä Ruotsin, Norjan ja Itä-Tanskan järjestelmiin. Kantaverkossa käytetään 110, 220, ja 400kV:n jännitteitä. Kantaverkkoon liitettyinä ovat suuret voimalaitokset, tehtaot ja alueelliset jakeluverkot. Suurjännitteiset jakeluverkot ovat osa kantaverkkoa ja niissä käytetään 110kV:n jännitetasoa. Jakeluverkot ovat yhteydessä kotitalouksiin, joissa käytetään 0,4kV:n jännitettä. (Suomen sähköjärjestelmä n.d.)



KUVA 1. Sähkönsiirtoverkko (Fingrid 2020.)

## 2.2 Sähköasemat

Sähköasemat ovat tärkeitä kohtia sähköverkossa, joissa voidaan suorittaa erilaisia toimintoja sähköenergian siirtämiseksi ja jakamiseksi. Näissä kohteissa voidaan tehdä kytkentöjä, muuntaa jännitettä ja jakaa tai keskittää sähköenergiaa eri johdoille. Sähköasemat voidaan luokitella käyttötarkoituksensa mukaan muuntoasemiin ja kytkinlaitoksiin. Muuntoasemilla suoritetaan jännitteen muuntamista muuntajilla, joiden avulla voidaan yhdistää eri jännitetason johtoja. Kytkinlaitokset puolestaan yhdistävät vain saman jännitetason johtoja. Sähköasemat koostuvat muuntajista, kiskostoista ja useista erilaisista kojeista ja laitteista, jotka takaavat sähköverkon toimivuuden ja turvallisuuden. Sähköasema-alueelle on pääsy kielletty muilta kuin opastetuilta henkilöiltä. (Esala 2015, 13; Äijö 2021, 2; Sähköasemat n.d.)

## 2.3 Sähköaseman suunnittelu

Sähköaseman suunnittelun perimmäinen tarkoitus on vastata sähköverkon muutoksiin. Muutoksia voivat olla esimerkiksi uusien tuotantolaitosten, kulutuskeskusten ja sähköverkon lisärakentamisen aiheuttamat muutostarpeet. Uusien sähköasemien rakentaminen voi olla myös tarpeen vanhojen sähköasemien korvaamiseksi. (Brink 2020.)

## 2.4 Suunnittelussa huomioitavat asiat

Sähköasemasuunnittelussa tulee huomioida useita tekijöitä varmistuakseen sähköaseman turvallisesta toiminnasta. Suunnittelussa tulee noudattaa voimassa olevia standardeja ja lakeja. SFS standardit pohjautuvat kansainvälisiin IEC (International Electrotechnical Commission) ja CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) standardeihin. Sähköasema suunnitteluun sovelletaan SFS 6001:2018 standardia, joka sisältää nimellisjännitteeltään yli 1kV ja nimellistaajuudeltaan enintään 60Hz vaihtojännitteisten sähköasennusten (sähkölaitteistojen) suunnittelua ja rakentamista koskevat vaatimukset. Standardissa suurjänniteasennukseksi luetaan sähköasemat mukaan lukien sähköradan syöttöasemat. Lisäksi huomioon on otettava laitteiston käyttötarkoitus, käyttäjän

asettamattomat vaatimukset kuten sähkönlaatu, luotettavuus, sähköverkon kyky sietää muutostilojen vaikutuksia, käyttöhenkilöstön ja ulkopuolisten henkilöiden turvallisuus, ympäristövaikutukset, laajennusmahdollisuus sekä kunnossapito. (SFS 6001:2018 2018, 8.)

Suunniteluun liittyy myös toimittajan ja käyttäjän välisiä sopimuksia, joissa määritellään muun muassa seuraavanlaisia asioita:

- Ilmasto- ja ympäristöolosuhteet
- Tilatietojen osoitustapa (kytkin- ja erotinlaitteet)
- Lukitukset
- Likaantuminen
- Kaapelit
- Dokumentointi
- Kuljetusväylät
- Valaistus
- Tarkastukset ja testaukset
- Käyttöönotto

### 3 KÄYTÖSSÄ OLEVAT OHJELMAT

Kohdeyrityksessä suunnittelijan käytössä tällä hetkellä olevia suunnitteluohjelmia ovat Cadmatic ja Microstation. Käytössä on myös erilaisia ohjelmia dokumenttien lukemiseen sekä tiedostojen tallentamiseen pilvipalveluihin. Seuraavissa kappaleissa esitellään kahta suunnittelijan käytössä olevaa suunnitteluohjelmaa.

#### 3.1 Cadmatic

Cadmatic Oy on vuonna 1985 perustettu suomalainen digitaalisten ja älykkäiden 3D-pohjaisten suunnittelu- ja tiedonhallintaohjelmien kehittäjä meri-, laitos- ja rakennusteollisuudelle. Ratkaisuja käytetään erilaisten laivojen, rakennusten ja prosessilaitosten rakentamiseen. Näitä ovat muun muassa luksusjahdit, suuret risteilyalukset ja valtavat offshore-alukset, kauppakeskukset ja toimitilat, elintarvike- ja lääketeollisuuden projektit, voimalaitosprojektit sekä kemia-, öljy-, kaasu-, sellu- ja paperiprojektit. Cadmaticia käytetään toisiopiirisuunnittelussa, johon sisältyy piirikaaviot, johdotustaulukot ja kaapeliluettelo. (Cadmatic 2023.)

Cadmaticista löytyy 10 eri versiota eri suunnittelualoille. Näistä käytössä on Cadmatic Electrical ja Cadmatic Rasta. Cadmatic Electricalia käytetään piirikaavioiden suunnitteluun. Cadmatic Rasta versiota hyödynnetään vanhojen kuvien muokkauksessa etenkin saneerausprojekteissa, joissa piirustukset ovat saatavilla ainoastaan paperikuvina. Paperikuvat skannataan PDF-tiedostoksi, jonka jälkeen ne voidaan avata Cadmatic Electrical ohjelmalla ja muokata rasta työkälulla.

## 3.2 Microstation

Microstation on Bentley Systemsin kehittämä CAD ohjelma, joka soveltuu 2D- ja 3D-suunnitteluun. Vuonna 1985 se julkaisi ensimmäisen versionsa Microstation 1.0, tällä versiolla oli mahdollista katsella DGN-tiedostoja. Nykyinen versio Microstation CONNECT Edition on yhtiön uusin päivitys ja sillä voidaan käsitellä myös muilla suunnitteluohjelmilla tuotettuja DWG-tiedostoja DGN-tiedostojen lisäksi. Microstation CONNECT Editionia käytetään pääpiirisuunnittelussa, johon sisältyy leikkauskuvat, layoutkuvat, maadoituskuvat, putkituskuvat ja ukkostarkastelu. (Microstation n.d.)

## 4 KÄYTTÄJIEN HAASTATTELUT

Työtä varten suoritettiin 6 kappaletta yrityksessä työskentelevien suunnittelijoiden haastatteluita. Suunnittelijat käyttävät työssään edellä esiteltyjä suunnitteluohjelmia. Haastatteluiden tarkoituksena on selvittää nykyisten suunnitteluohjelmien käyttäjien kokemuksia niiden toimivuudesta sekä hyvistä ja huonoista puolia. Haastatteluissa keskityttiin erityisesti ohjelmien toimivuuteen, toimintojen monipuolisuuteen, käyttömahdollisuuksiin sekä ohjelman soveltuvuuteen sähköasemasuunnittelussa. Haastatteluita varten kehitettiin 17 kysymyksen lista (liite 1), jolla pyrittiin saamaan tietoa nykyisten ohjelmien toiminnoista ja epäkohdista. Haastatteluista saatujen vastauksien perusteella pyritään valitsemaan parhaiten sähköasemasuunnitteluun soveltuvat suunnitteluohjelmat.

### 4.1 Cadmatic

Cadmatic-ohjelmaa käytetään toisiopiirien suunnittelussa. Haastateltavista henkilöistä kolme ihmistä käytti suunnittelussa Cadmatic-ohjelmaa. Haastatteluista saatuja vastauksia käydään läpi alla olevassa listassa. Listauksen tarkoituksena on auttaa ymmärtämään, mitä nykyisen ohjelman positiiviset ja negatiiviset käyttäjäkokemukset ovat haastateltavien mielestä.

Ohjelmassa havaitut hyvät puolet:

- Rasterikuvien muokkaus (Vanhat piirustukset voidaan skannata pdf-tiedostoksi, jonka jälkeen siinä olevia komponentteja voidaan muokata.)
- Useat tiedostomuodot soveltuvia (DWG, DRW, DXF ja IFC.)
- Soveltuu muutostyökohteiden suunnitteluun
- Käyttöliittymä selkeä
- Ohjelma toimii moitteettomasti
- Apua saatavilla helposti valmistajalta (Suomenkielinen tuki saatavilla arkipäivisin kello 8-11 ja 12-15)

Ohjelmassa havaitut huonot puolet:

- Ei sovellu suoraan sähköasemasuunnitteluun (Ei suoria komponentteja sähköasemille)
- Viitaukset toimivat ainoastaan koskettimien kanssa
- Raporttien tulostus (johdotustaulukko, kaapeliluettelo)
- Saman symbolin ollessa usealla sivulla syntyy viittausongelmia

## 4.2 Microstation

Microstation-ohjelmaa käytetään pääpiirisuunnittelussa ja rakennesuunnittelussa. Lisäksi sillä tehdään, leikkauskuvat, layout-kuvat, maadoituskuvat, putkituskuvat ja ukkostarkastelut. Haastatteluista saatiin kommentteja, joita käsitellään alla. Haastateltavista henkilöistä kolme käyttivät Microstationia suunnittelussa.

Ohjelmassa havaitut hyvät puolet:

- Komennot kirjoitetaan komentoriville
- Käyttö onnistuu melkein kokonaan hiirellä

Ohjelmassa havaitut huonot puolet:

- Ei automaattitulostuksia
- Viivatyypimuutokset tiedostomuutoksissa (Viivojen väri muuttuu.)
- Ohjelman ongelmien kanssa tukipalvelu koettu huonoksi

## 5 OHJELMAT

Valittujen ohjelmien ominaisuuksiin perehtyminen suoritettiin verkkomateriaalia tutkimalla. Sitä oli saatavilla valmistajien verkkosivustoilta sekä muilta sivustoilta. Ohjelmavalmistajien räätälöityihin koulutuksiin osallistuminen ei ollut mahdollista tätä työtä tehdessä. Opinnäytetyötä varten suunniteltiin pieni testiosa jo olemassa olevasta sähköasemasta hyödyntäen vain ohjelmista valmiiksi löytyviä komponentteja.

### 5.1 Yrityksestä löytyvät ohjelmat

Käyttäjien saatavilla on kolme eri tietokoneavusteista suunnitteluohjelmaa Microstation, Cadmatic ja Autocad. Näistä ohjelmista käytössä on kuitenkin vain Microstation ja Cadmatic. Näitä kolmea ohjelmaa yhdistää samankaltaiset piirtämisen perustyökalut kuten viivat, ympyrät, kaaret ja muut muodot. Microstation tukee DGN-, V7- ja DWG-tiedostomuotoja, V7-muoto on vanhempi versio DGN:stä. Autocadilla ja Cadmaticilla käytössä on pelkästään DWG-tiedostomuoto mutta tämä on yleisin käytössä oleva tiedostomuoto. Ohjelman tarjoajien verkkosivuilta löytyviä hintoja tarkasteltaessa Microstation lisenssi maksaa 2525 €, Cadmatic Electrical 3480 € ja Autocad Electrical 2342 €. Nämä hinnat ovat 12kk ajalle yhdelle käyttäjälisenssille.

### 5.2 Testattavat suunnitteluohjelmat

Vertailuun oli tarkoitus valita kolme eri ohjelmaa: EPLAN, Autocad Electrical ja Autodesk Inventor 3D tai Primtech 3D. Eplanilla on mahdollista tehdä sekä 2D- ja 3D-suunnittelua eli yhdellä ohjelmalla saataisiin vaaditut ominaisuudet täytettyä. Autocad Electrical on 2D-suunnitteluohjelma, jonka kaveriksi valitaan Autodesk Inventor 3D tai Primtech 3D -suunnitteluohjelma. Testattavia asioita ovat automatisointityökalut, raportointien tulostus, viittausten toiminta ja johdotustaulukkojen generointi.

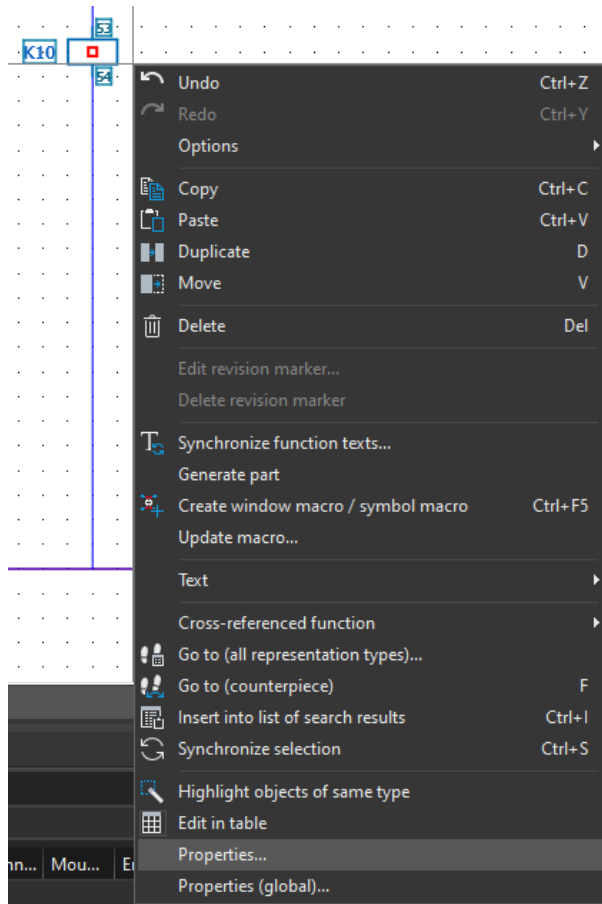
## 5.3 Eplan

Ohjelma on saksalaisen EPLAN Software & Service GmbH & Co yrityksen tietokantapohjainen suunnitteluohjelma. Ohjelmasta on kolme eri versiota compact select ja professional. Näiden lisäksi on mahdollista ostaa lisäosia peruspakettiin. Ohjelmasta löytyy suunnittelua nopeuttavia toimintoja kuten automaattinen raporttien generointi sekä riviliitin- ja johdinluetteloiden luonti, joka onnistuu muutamalla painalluksella. Ohjelmalla on mahdollista kytkeä komponentit ja laitteet toisiinsa automaattisesti. Eplan tarjoaa lukuisia maksullisia koulutusmahdollisuuksia ohjelman ostajalle. Ohjelmasta testiin saatiin EPLAN Education 2023 versio. (EPLAN Electric P8 n.d.)

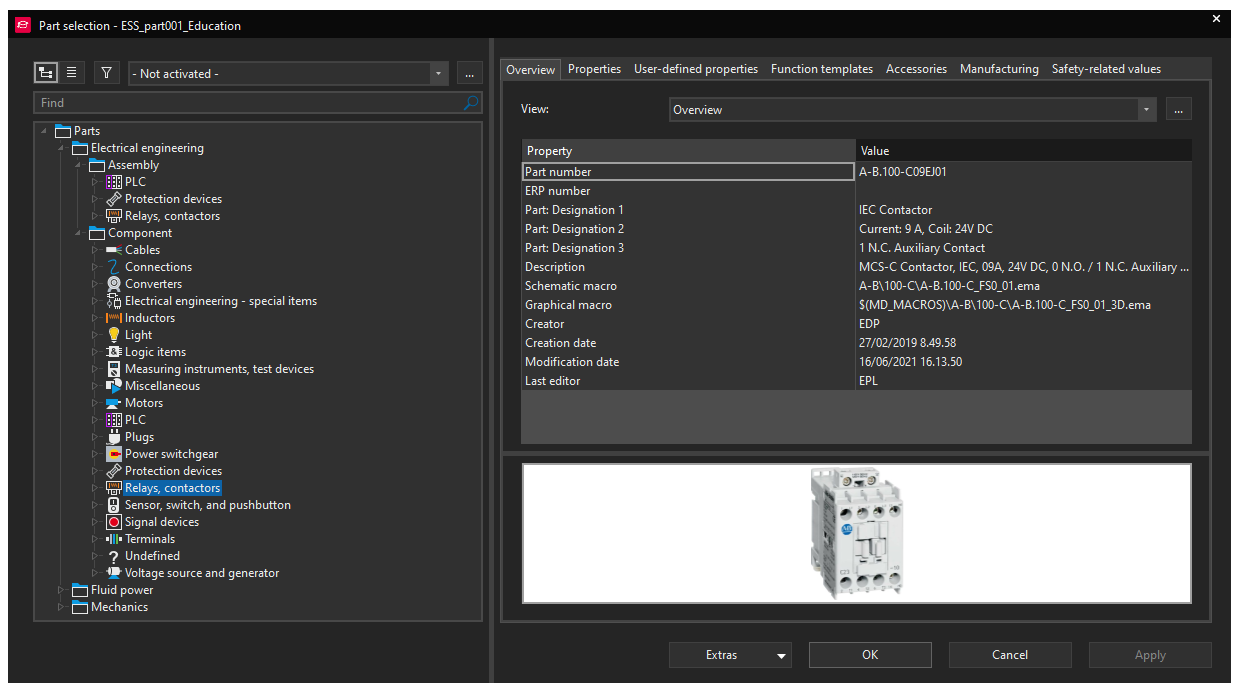
### 5.3.1 Komponentit

Ohjelman käyttöliittymä on Windows tuotteista tuttu. Ohjelman yläreunasta löytyvät välilehdet, joihin on jaoteltuna eri toimintoja. Valikkoja on mahdollista muokata käyttäjälle sopivaksi muutamalla klikkauksella.

Piirustukseen voidaan lisätä joko suunnitteluhetkellä tai jälkeempään komponenttien tietoja. Tietojen lisääminen tapahtuu klikkaamalla hiiren oikealla painikkeella komponenttia ja menemällä properties-valikkoon, josta aukeaa kuvan 2 kaltainen näkymä. Näkymän parts-välilehdeltä voidaan mennä komponenttikirjastoon, josta käyttäjä voi lisätä ohjelmasta valmiiksi löytyviä tietoja (kuva 3) tai luoda itse uuden komponentin. Tässä tapauksessa esimerkkinä käytettiin kirjastosta jo valmiiksi löytyviä komponentteja.

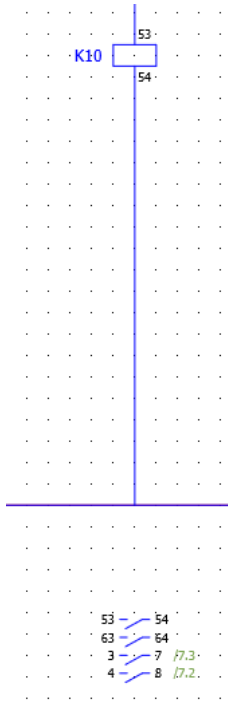


KUVA 2. Komponenttivalikkoon meneminen

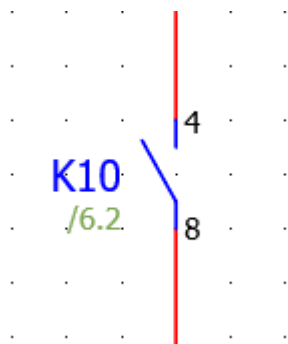


KUVA 3. Tietojen valitseminen

Komponenttitietojen lisäyksen jälkeen tiedot päivittyvät kuvaan automaattisesti ja kuten alla olevista kuvista 4 ja 5 nähdään, releen kärkiviittaukset syntyvät automaattisesti. Viittauksien välillä siirtyminen tapahtuu viemällä kursori viittauksen päälle ja painamalla näppäintä F tai hiiren oikealla painikkeella, josta aukeaa valikko ja valitaan Go to (counterpiece).



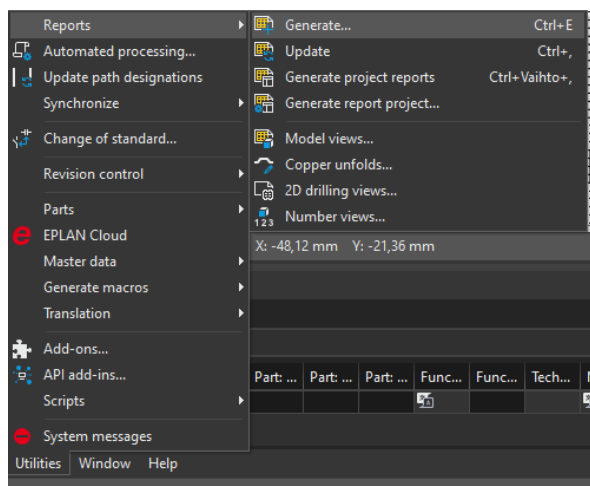
KUVA 4. Kärkitiedot



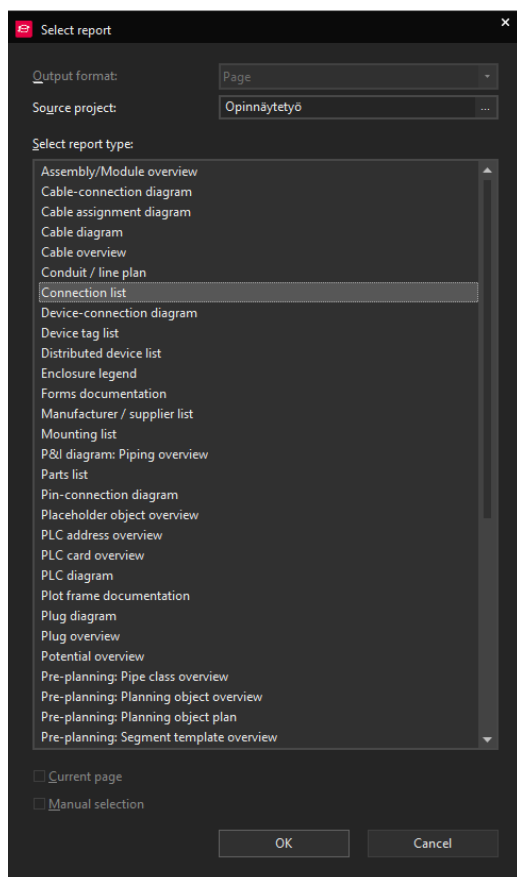
KUVA 5. Kärjen viittaus

### 5.3.2 Raportit

Raporttien tulostaminen onnistuu ohjelman utilities-välilehteä (kuva 6) hyödyntämällä tai käyttämällä pikakomentoa Ctrl+E. Piirikaaviosta raporteja voidaan tulostaa esimerkiksi johdotus- ja kytkentätaulukoista. Kuvassa 7 on esitetty ruutu-kaappaus raporttityökalusta, jossa on lista tulostettavista raporteista.

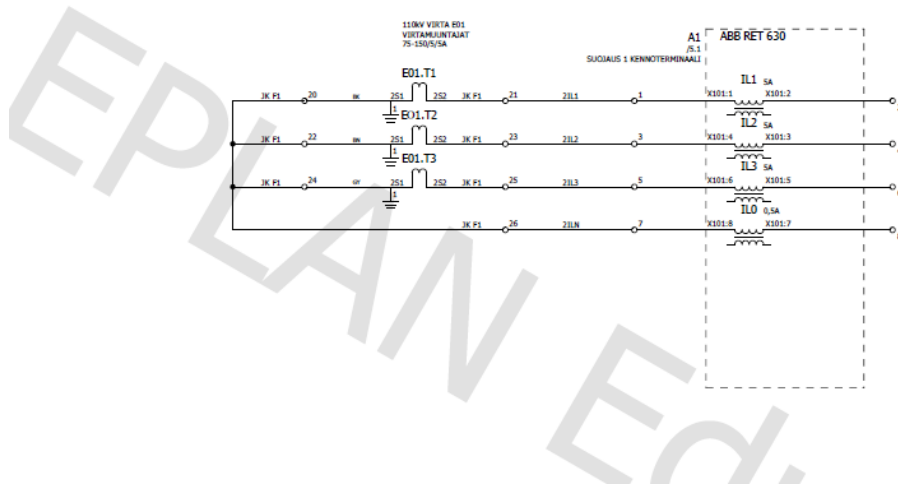


KUVA 6. Utilities välilehti



KUVA 7. Tulostettavat raportit

Testiraportti tulostettiin kuvasta 8. Raporttipohjia on useita eri malleja, joista voi valita tarvitsemansa. Pohjia on myös mahdollista muokata, sillä niistä voi poistaa tai lisätä sarakkeita tarpeen mukaan. Testiin valitusta raportista nähdään kaapeleiden lähtö- ja loppupiste sekä sivu ja sarake mistä nämä löytyvät (kuva 9).



KUVA 8. Virtamuuntajat lehti

### Connection list

| Source         | Target         | Page / column 1 | Page / column 2 |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 20             | -E01.T1        | (4.3)           | (4.3)           |
| 22             | -E01.T2        | (4.3)           | (4.3)           |
| 24             | -E01.T3        | (4.3)           | (4.3)           |
| 25             | -E01.T2        | (4.3)           | (4.3)           |
| 26             | -E01.F1        | (4.3)           | (4.3)           |
| 7              | 20             | (4.4)           | (4.3)           |
| 8              | 20             | (4.4)           | (4.3)           |
| 9              | 20             | (4.4)           | (4.3)           |
| 1              | 20             | (4.4)           | (4.3)           |
| 7              | -A1-BL1.X101.1 | (4.4)           | (4.5)           |
| 8              | -A1-BL1.X101.2 | (4.4)           | (4.5)           |
| 9              | -A1-BL1.X101.3 | (4.4)           | (4.5)           |
| 1              | -A1-BL1.X101.4 | (4.4)           | (4.5)           |
| -A1-BL1.X101.5 | -A1-BL1.8      | (4.5)           | (4.6)           |
| -A1-BL1.X101.6 | -A1-BL1.6      | (4.5)           | (4.6)           |
| -A1-BL1.X101.7 | -A1-BL1.4      | (4.5)           | (4.6)           |
| -A1-BL1.X101.8 | -A1-BL1.2      | (4.5)           | (4.6)           |

KUVA 9. Muokattu kytkentälista virtamuuntajat lehdestä

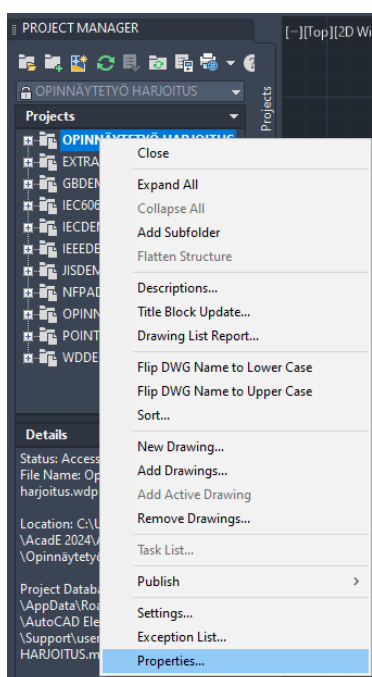
## 5.4 Autocad Electrical

Ohjelma on yhdysvaltalaisen Autodesk yrityksen luoma sähkösuunnitteluohjelma. Ohjelman ominaisuuksia ovat mm. 65000 kappaleen sähköinen symbolikirjasto, jonka lisäksi komponentteja on mahdollista luoda Symbol Builder -työkalulla. Johtojen ja komponenttien automatisointi, joka mahdollistaa johtojen automaattisen numeroinnin ja komponenttitunnisteiden luomisen. (Electrical työkalut n.d.)

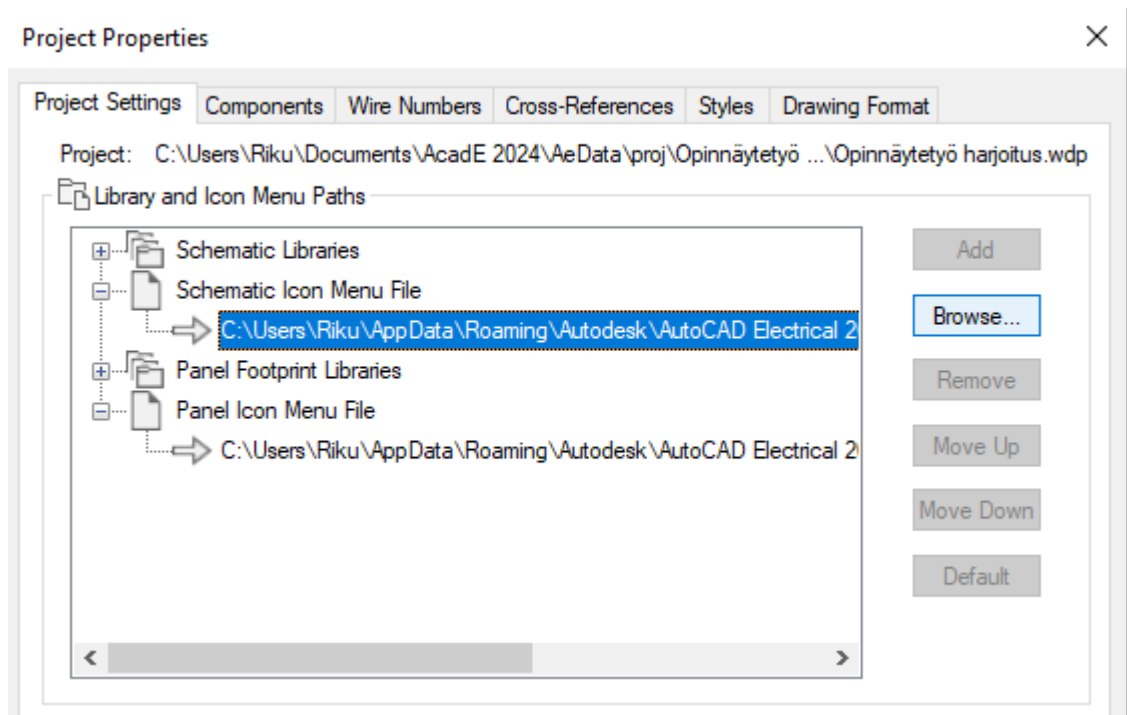
Ohjelmasta testiin saatiin Autocad Electrical 2024 versio. Ohjelmassa oli aluksi toiminnallinen häiriö, jota ei saatu valmistajan ohjeilla korjattua. Komponentteja klikatessa ohjelma jäätynä paikalleen muutamaksi sekunniksi. Tämä korjaantui kuitenkin päivityksen myötä.

### 5.4.1 Komponentit

Autocad Electrical ohjelmaa käytettäessä tulee olla tarkkana, että käytettävät symbolit ovat halutun mukaisia. Jotta oikeanlaisia symboleita saadaan käytettyä, täytyy vakio icon menun tiedostopolkua muokata oikean standardin mukaiseksi (IEC). Muokkaus tapahtuu seuraamalla kuvien 10 ja 11 tiedostopolkua.

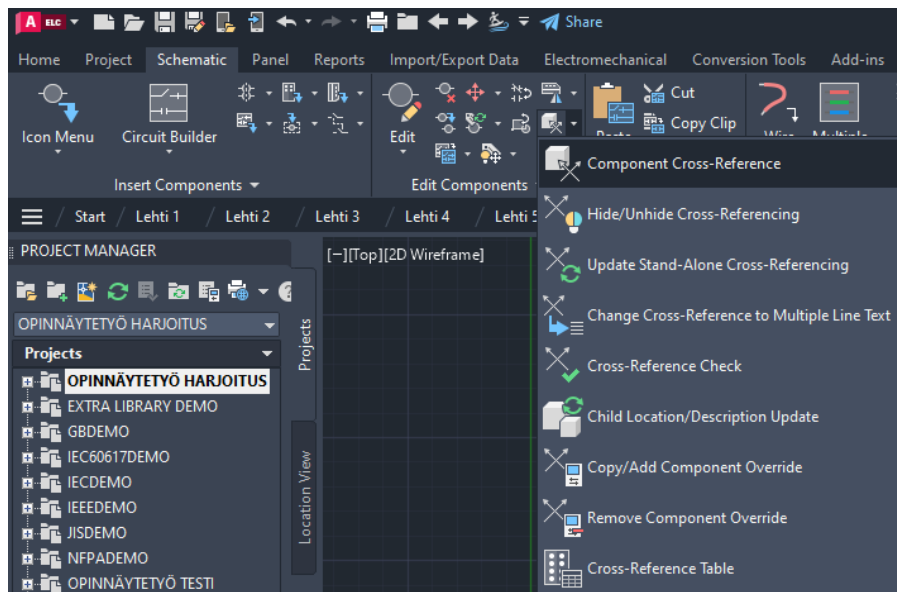


KUVA 10. Tiedostopolun muokkaus

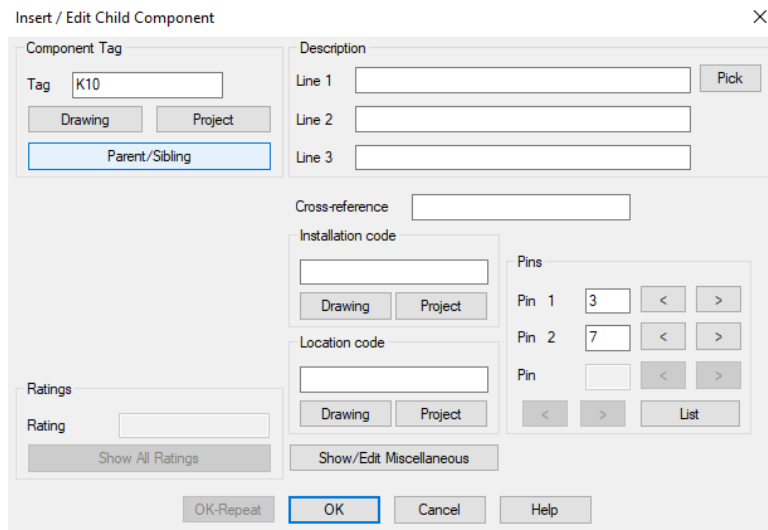


KUVA 11. Tiedostopolut

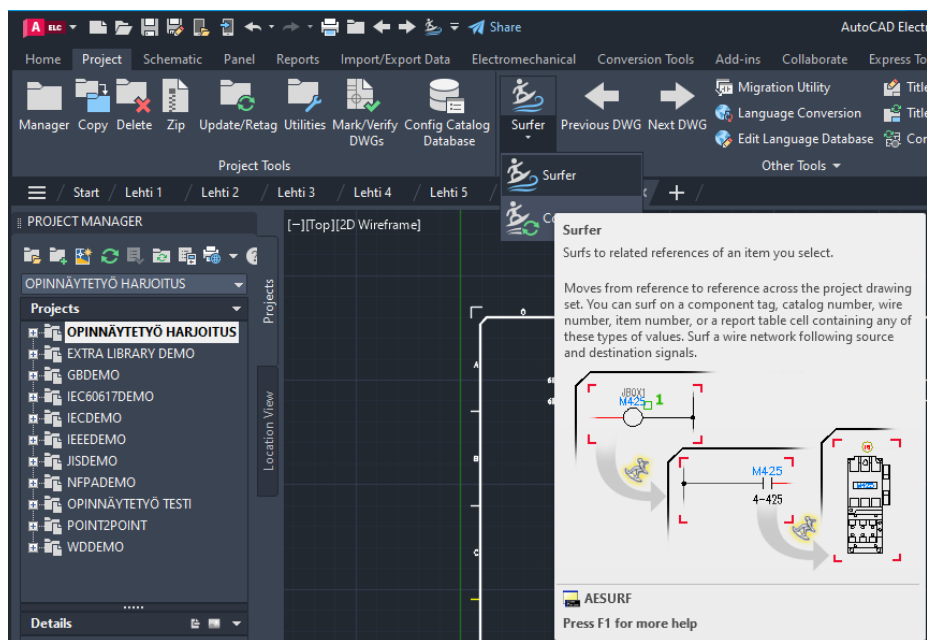
Komponenttien väliset viittaukset tehdään Component Cross-Reference työkalulla, joka näkyy kuvassa 12 ja 13. Viittauksien välillä liikkuminen tapahtuu Surfer työkalulla, joka näkyy kuvassa 14.



KUVA 12. Komponenttien väliset viittaukset



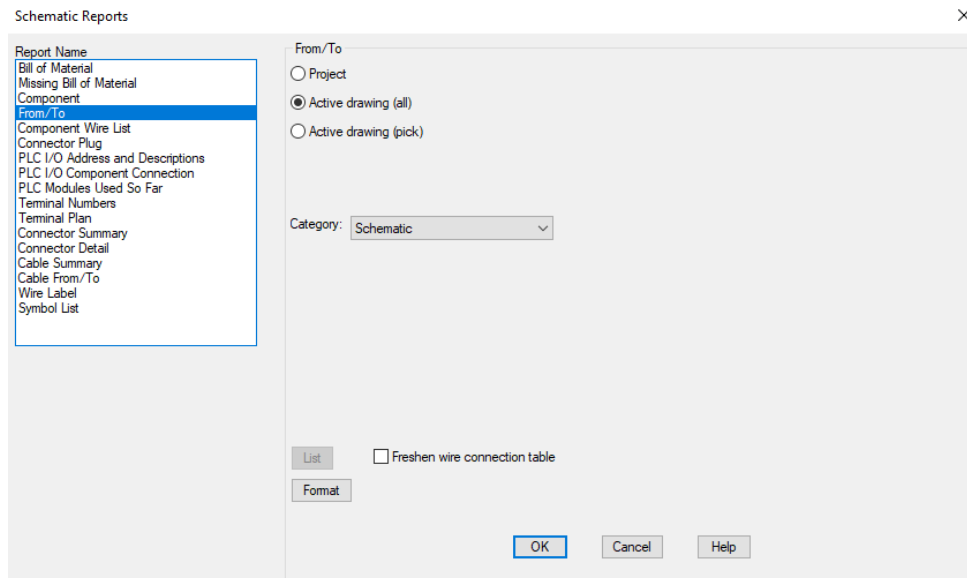
KUVA 13. Komponenttien viittaukset



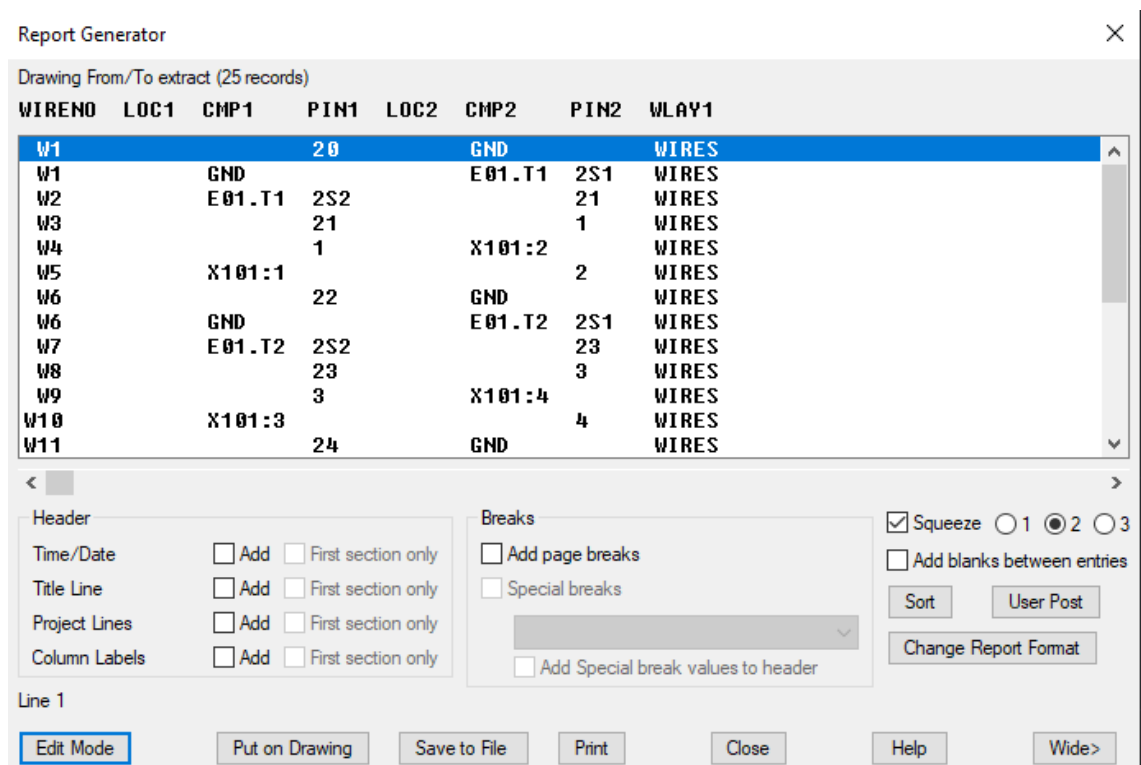
KUVA 14. Komponenttien välillä liikkuminen

## 5.4.2 Raportit

Raporttien tulostaminen onnistuu reports-välilehdeltä. Klikkaamalla reports koh-  
taa aukeaa kuvan 15 kaltainen näkymä, josta nähdään mitä tulosteita on työstä  
mahdollista saada. Kuvassa 16 näkyy raportin muodostaja, jossa tietoja on mah-  
dollista muokata. Kuvassa 17 valitaan raportin tallennusmuoto, joka tässä ta-  
pauksessa oli Excel-taulukko (kuva 18). Raportti tulostettiin kuvasta 19.



KUVA 15. Raportit



KUVA 16. Raportin muodostaja

Save Report to File ×

Select:

ASCII report output (as shown)

Excel spreadsheet format (.xls)

Include project "LINEx" values  First section only

Access database format (.mdb)

XML format (.xml)

CSV comma delimited ASCII output

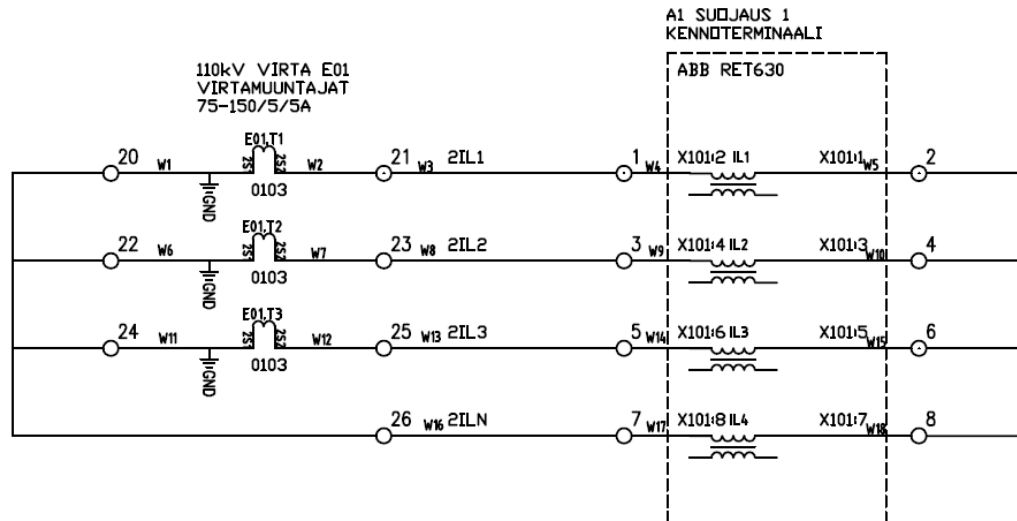
Include project "LINEx" values  First section only

Include labels as first data line  First section only

KUVA 17. Tiedostomuodot

|    | A      | B    | C      | D    | E    | F      | G    | H     |
|----|--------|------|--------|------|------|--------|------|-------|
| 1  | WIRENO | LOC1 | CMP1   | PIN1 | LOC2 | CMP2   | PIN2 | WLAY1 |
| 2  |        |      |        | 20   |      |        | 22   |       |
| 3  |        |      |        | 22   |      |        | 24   |       |
| 4  |        |      |        | 24   |      |        | 26   |       |
| 5  | W1     |      |        | 20   |      | GND    |      | WIRES |
| 6  | W1     |      | GND    |      |      | E01.T1 | 2S1  | WIRES |
| 7  | W2     |      | E01.T1 | 2S2  |      |        | 21   | WIRES |
| 8  | W3     |      |        | 21   |      |        | 1    | WIRES |
| 9  | W4     |      |        | 1    |      | X101:2 |      | WIRES |
| 10 | W5     |      | X101:1 |      |      |        | 2    | WIRES |
| 11 |        |      |        |      |      |        |      |       |
| 12 | W6     |      |        | 22   |      | GND    |      | WIRES |
| 13 | W6     |      | GND    |      |      | E01.T2 | 2S1  | WIRES |
| 14 | W7     |      | E01.T2 | 2S2  |      |        | 23   | WIRES |
| 15 | W8     |      |        | 23   |      |        | 3    | WIRES |
| 16 | W9     |      |        | 3    |      | X101:4 |      | WIRES |
| 17 | W10    |      | X101:3 |      |      |        | 4    | WIRES |
| 18 |        |      |        |      |      |        |      |       |
| 19 | W11    |      |        | 24   |      | GND    |      | WIRES |
| 20 | W11    |      | GND    |      |      | E01.T3 | 2S1  | WIRES |
| 21 | W12    |      | E01.T3 | 2S2  |      |        | 25   | WIRES |
| 22 | W13    |      |        | 25   |      |        | 5    | WIRES |
| 23 | W14    |      |        | 5    |      | X101:6 |      | WIRES |
| 24 | W15    |      | X101:5 |      |      |        | 6    | WIRES |
| 25 |        |      |        |      |      |        |      |       |
| 26 | W16    |      |        | 26   |      |        | 7    | WIRES |
| 27 | W17    |      |        | 7    |      | X101:8 |      | WIRES |
| 28 | W18    |      | X101:7 |      |      |        | 8    | WIRES |

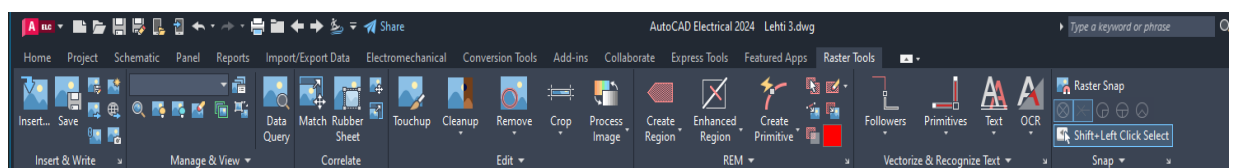
KUVA 18. Excel-raportti



KUVA 19. Virtamuuntajat-lehti

### 5.4.3 Rasteri

Autocad-suunnitteluohjelmaan sisältyy rasteri työkalu (kuva 20). Tämän avulla on mahdollista muokata esimerkiksi skannattuja piirustuksia. Rasterityökalu on oleellinen osa vanhojen suunnitelmien muokkauksessa. Vanhojen sähkösemmien kuvat ovat useasti paperikuvia ja näiden käsittely ilman tätä työkalua on hankalaa.



KUVA 20. Rasterityökalu

## 5.5 Primtech 3D

Ohjelma on saksalaisen Entegra yrityksen luoma sähköasemasuunnitteluun kehitetty ohjelma, joka on lisäosa Autocadiin. Yrityksen asiakkaita ovat muun muassa Siemens, Hitachi ja ABB Power Grids. (About us n.d.) Ohjelmasta löytyy lukuisia hyödyllisiä ominaisuuksia, joita listattuna alla:

- 2D/3D CAD mallit 3000 suurjännitekomponentille (Katkaisijat, muuntajat, erottimet, eristimet ja johdot)
- Laskentatyökalut (Ukkossuojaukset, vaihetarkastelut, etäisyystarkastelut ja riipuntatarkastelu)
- 2D/3D Tiedostonmuunto AutoCad formaattiin (DXF, DWG, DGN, PDF, TIFF)
- BIM-tietomalli (Integrointi Navisworksiiin)

Primtechiltä ei valitettavasti pyynnöstä huolimatta saanut kokeilulisenssiä käyttöön.

## 6 YHTEENVETO

Alkuperäisenä suunnitelmana oli testata 2D-ohjelmien lisäksi 3D-ohjelmia mutta työn edetessä ja ajan loppuessa niistä luovuttiin. Sähköaseman piirikaavion suunnittelu 2D-ohjelmalla on hyvin suoraviivaista, kunhan käyttäjä oppii ohjelman asetukset ja työkalut. Kaavioiden tekeminen nopeutuu, kun suunnittelua avustavia toimintoja pystytään hyödyntämään. Itse luodun symbolikirjaston käyttöönotaminen nopeuttaisi huomattavasti laitteiden asettelussa, valmistajilta ei ole aina saatavilla komponenttikohtaista mallia.

Tällä hetkellä suunnittelijoiden käytössä olevan Cadmaticin käyttöliittymä on hyvin erilainen kuin testattavissa ohjelmissa. Työssä vertailun kohteena oli kaksi keskenään hyvin samankaltaisen käyttöliittymän omaavaa suunnitteluohjelmaa. Käyttöliittymään tottumisen kanssa ei pitäisi olla ongelmia sillä Eplanin ja Autocadin kaltainen käyttöliittymä löytyy useista saatavilla olevista Windows tuotteista esimerkiksi Excel ja Word.

Ensimmäisenä testattavana oli Autocad Electrical. Ohjelmalla suunniteltiin pienoismalli sähköaseman toisiopiirin piirikaaviosta. Suunnitelmaa aloittaessa kävi ilmi, että ohjelman kanssa on toiminnallisia ongelmia. Jo piirrettyä komponenttia klikatessa ohjelma jäättyi, kunnes jatkoi toimintaansa normaalisti muutaman sekunnin kuluttua. Tämä ongelma korjaantui ohjelman päivityksen yhteydessä. Kokemusta ohjelmasta ei ollut aikaisemmin mutta verkkosivuilta löytyi kattavasti tietoa ja apua ongelmiin.

Testattavia toimintoja oli esimerkiksi johdotustaulukoiden generointi ja viittauksien toiminta. Johdotus- ja kytkentätaulukon kanssa oli hankaluuksia tietojen ollessa väärissä paikoissa. Tämä ongelma oli käyttäjäperäinen eikä johtunut ohjelmasta. Lopulta taulukot saatiin tulostettua. Viittaukset toimivat releen ja koskettimien kanssa moitteettomasti mutta ei automaattisesti. Ohjelmalla pystyy lisäksi käsittelemään useita eri tiedostomuotoja esimerkiksi DGN, PDF, DWG ja STEP. Ohjelma on laajasti käytössä ja haastateltavista 5/6 oli käyttänyt ohjelmaa. Ohjelmaan on saatavilla lisäksi lisäosia nimenomaan sähköasemasuunnitteluun.

Sähköasemista ei vielä vaadita 3D-tietomalleja mutta tulevaisuudessa niitäkin tullaan vaatimaan. Tiedustelin asiaa Fingrid Oyj:ltä ja heillä oli yksi tämänkin ohjelman lisäosista mietinnässä, jolla näitä malleja on mahdollista tehdä. Päätöksiä ohjelmien suhteen ei ollut vielä tehty ja Fingridillä korostetaan, että yrityksiä ei haluta lukita käyttämään tiettyjä ohjelmia.

Toisena testattavaksi valittiin Eplan Education suunnitteluohjelma. Käyttöliittymältään se on hyvin samankaltainen kuin Autocad mutta toiminnoissa on eroja. Ohjelman käyttämiseen saatavilla olevaa ilmaista tietoa löytyy jonkin verran valmistajan sivuilta sekä muista lähteistä. Yrityksen internet-sivustolta on mahdollista ilmoittautua maksullisille kursseille, joissa ohjelman käyttöä opastetaan. Kokemusta ohjelmasta ei ollut aikaisemmin.

Testattavina toimintoina olivat samat kuin Autocadin kohdalla. KytKentätaulukon tulostaminen onnistui vaivattomasti. Viittauksien kannalta ohjelma toimii automaattisesti. Releen asettamisen ja nimeämisen jälkeen voidaan kosketin sijoittaa toiselle sivulle ja viittaus syntyy automaattisesti sekä päivittyy vaikka koskettimen sijaintia muuttaisi. Eri raporttimalleja löytyy ohjelmasta huomattava määrä.

Kokemusta minulla on piirikaaviosuunnittelusta ainoastaan muutaman kuukauden ajalta, joten tietoa oikeista menetelmistä ei juurikaan ole. Ohjelmien testaukseen kului suunniteltua enemmän aikaa kokemuksen puuttuessa. Ennen ohjelmien käyttöä olisi hyödyllistä käydä valmistajien tarjoamia kursseja ohjelmien käyttämisestä. Uskon että kokeneella suunnittelijalla ohjelmien omaksuminen onnistuu lyhyessäkin ajassa.

Näistä ohjelmista käyttöön tämän testin perusteella soveltuisi paremmin Eplan. Tähän tulokseen päädyttiin muutaman asian takia. Käytössä ollut komponenttikirjasto palveli paremmin, automaattiviittaukset toimivat paremmin sekä raportointityökalun käyttö oli selkeämpää. Ohjelman suurimpana ongelmana voisi pitää tallennusmuotoa, joka on Eplanin oma eikä esimerkiksi DWG, joka on yleisin käytössä oleva tiedostomuoto. Ohjelmalla on toki mahdollista käsitellä DWG-kuvia.

Lopuksi vielä vertailutaulukko, jossa ohjelmia verrataan keskenään. Taulukossa käytettiin arvosanaa 1–5. Arvosanat perustuvat tätä työtä tehdessä saatuihin kokemuksiin. Kokonaisarvosanaksi tuli sama arvosana mutta kuten taulukosta huomataan, on ohjelmien välillä eroa osa-alueissa. Lopullinen valinta näiden välillä tulisi tehdä painottaen sitä mikä on tärkeintä uuden ohjelman valinnassa.

TAULUKKO 1. Ohjelmien arvosanat

| Vertailukohde       | Autocad Electrical | EPLAN Electric P8 |
|---------------------|--------------------|-------------------|
| Lisäosat            | 5                  | 4                 |
| Käyttöliittymä      | 4                  | 5                 |
| Suorituskyky        | 4                  | 5                 |
| Viittaukset         | 3                  | 5                 |
| Tiedostomuodot      | 5                  | 3                 |
| Rasteri             | 5                  | 0                 |
| Automaattitoiminnot | 3                  | 5                 |
| Tietokannan laajuus | 4                  | 5                 |
| Suomenkielinen tuki | 4                  | 5                 |
| <b>YHTEENSÄ</b>     | <b>37</b>          | <b>37</b>         |

## 7 POHDINTA

Työn alkuperäisenä laajuutena ja tavoitteena oli kartoittaa nykyisten ohjelmien hyviä ja huonoja puolia, sekä tutkia sähköasemasuunnitteluun soveltuvia ohjelmia. Työn pohjustukseksi suoritettiin 6 kappaletta toimeksiantoyrityksen suunnittelijoiden haastatteluja. Kyseisiä ohjelmia käyttävät myös yrityksen muiden osastojen työntekijät. Asia tulisi ottaa huomioon lopullisia ohjelmavaatimuksia määrittäessä. Tässä työssä keskityttiin vain sähköasemasuunnittelutiimin vaatimukseen. Tutkinnan kohteeksi valikoitui Eplan ja Autocad Electrical, joiden toimintoja testattiin tarkemmin.

Työtä tehdessä tajusin suunnitteluohjelmia olevan todella paljon. Näistä kuitenkin tarkempaan tutkimukseen valittiin nimenomaan sähköasemasuunnitteluun parhaiten soveltuvia ohjelmia. Hinnoittelussa ohjelmavalmistajilla on erilaisia periaatteita, joten hinnat eivät ole suoraan verrannollisia keskenään. Ensisilmäyksellä edulliselta vaikuttava ohjelma saattaa paljastua huomattavasti kalliimmaksi. Tästä syystä olisi hyvin tärkeää, että ohjelmaa valittaessa on selkeä näkemys tarvittavista ominaisuuksista. Näin päädytään parhaiten yritystä palvelemaan lopputulokseen.

Haastatteluja tehdessä huomasin suunnittelijoiden eriävät mielipiteet tarvittavista ominaisuuksista. Ohjelmaa valittaessa tulisi pohtia saadaanko vaihdosta tarpeeksi hyötyä, mikäli avustavia toimintoja ei tulla kaikkien suunnittelijoiden toimesta hyödyntämään. Tässä on hyvä tarkastella oikean tarpeen ja mieltymysten eroa. Jos suunnitteluohjelmaa vaihdetaan, olisi järkevää järjestää suunnittelijoille yhteinen koulutus ohjelman käytöstä. Ohjelman käyttötapaa voidaan yhtenäistää järjestettävillä koulutuksilla ja suunnittelijoiden välisellä avoimella kommunikoinnilla. Näin varmistutaan, että kaikki saavat siitä parhaan hyödyn.

Suoritettu tutkimus toimii hyvänä alustuksena, jos suunnitteluohjelman vaihtamiseen päädytään. Tämän tutkimuksen perusteella manuaalisia työvaiheita saataisiin vähennettyä jonkin verran. On haastavaa arvioida, saadaanko ohjelmaa vaihtamalla kuitenkin niin suuria hyötyjä, että se olisi kannattavaa. Jatkoa ajatellen

ohjelmavalmistajia voisi pyytää esittelemään ammattilaisen piirtämiä suunnitelmia. Ohjelman valintaa tehdessä olisi hyvä ottaa myös huomioon Fingridin kanta tietomalleihin. Tästä varmaa tietoa ei ollut vielä saatavilla.

Kaikkia miellyttävää ja parasta ohjelmaa on hyvin vaikea valita. Ohjelman käyttömukavuuteen ja sujuvuuteen vaikuttaa aina ohjelman käyttäjän omat taidot ja suunnittelutyö.

## LÄHTEET

About us. N.d. Entegra GmbH. Luettu 13.03.2023. <https://www.prim-tech.com/en/company/about-us>

Brink, P. 2020. Sähköasemia uudistetaan ja rakennetaan ennätystahtiin. Fingridlehti. Luettu 15.04.2023 <https://www.fingridlehti.fi/sahkoasemia-uudistetaan-ja-rakennetaan-ennatystahtiin/>

Enemmän kuin pelkkä piirikaaviotyökalu. N.d. EPLAN Software & Service GmbH & Co. Luettu 03.04.2023. <https://www.eplan.fi/ratkaisut/eplan-electric-p8/>

Esala, M. 2015. 110 kV:n Kytkinlaitoksen suunnitteluprosessi. Vaasan ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö

Intohimoiset insinöörit luomassa tulevaisuutta. 2020. Despro Engineering Oy. Luettu 10.01.2023. <https://www.despro.fi/yritys/>

SFS 6001:2018. 2018. Suurjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS, Luettu 15.02.2023. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/679252.html.stx>

The leading CAD software for infrastructure design. N.d. Bentley Systems. Luettu 28.03.2023. <https://virtuosity.bentley.com/product/microstation/>

Versiossa 2023 Electrical-työkalujoukko sisältyy nyt AutoCADIin. N.d. Autodesk, Inc. Luettu 15.04.2023. <https://www.autodesk.fi/products/autocad/included-tool-sets/autocad-electrical>

Yritys. N.d. CADMATIC Oy. Luettu 28.03.2023. <https://www.cadmatic.com/fi/yritys/>

Äijö, M. 2021. Sähköaseman ensiösuunnittelu 3D-suunnitteluohjelmalla. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sähkövoimatekniikka. Insinööriyö

## LIITTEET

### Liite 1. Haastattelukysymykset

- 1 Mitä suunnitteluohjelmistoja käytössä?
- 2 Mitä suunnittelua ohjelmistoilla tehdään? A. Miten suunnittelua tehdään? B. Miten tehdään johdotuskaavioita? C. Miten piirikaaviosuunnittelua tehdään?
- 3 Nykyisen ohjelman hyvät ja huonot puolet?
- 4 Mitä manuaalisia työvaiheita tämän hetken ohjelmissa?
- 5 Mitä pohjia/itse tehtyjä asioita vanhoissa ohjelmissa on em. Symbolit?
- 6 Mikä kuluttaa eniten aikaa?
- 7 Mitä suunnittelutoimintoja tarvittaisiin lisäksi?
- 8 Joutuuko tiedostoja muuntamaan jollain toisella ohjelmalla?
- 9 Mitä formaatteja asiakkaat vaativat? Mitä käytössä?
- 10 "piirustuskäytännöt" sähköasemasuunnittelussa
- 11 Mitä toiveita uudelta ohjelmistolta?
- 12 Onko ongelmatilanteissa saatu tukea ohjelman valmistajalta?
- 13 Tietokanta
- 14 Aiempia suunnitteluohjelma kokemuksia?
- 15 Mitä tietomalleja käytössä?
- 16 Tarvitaanko simulointityökaluja?
- 17 Mitkä ohjelmat toimivat pareina? <- käytetään toisen ohjelman suunnitelman pohjaa toisessa ohjelmassa?