

Jani Raula

Sähkösuunnittelun kehittäminen

Sähkötekniikan koulutusohjelma  
2015

# SÄHKÖSUUNNITTELUN KEHITTÄMINEN

Raula, Jani  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Helmikuu 2015  
Ohjaaja: Pulkkinen, Petteri  
Sivumäärä: 28

Asiasanat: CADS 15, CADS 16, piirikaavio, suunnittelu

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Alfa Laval Aalborg Oy:lle. Opinnäytetyön aiheena oli kehittää yrityksen sähkösuunnittelua. Työssä tutkittiin nykyisin käytössä olevan ohjelman mahdollisuuksia, sekä vertailtiin muita markkinoilla olevia ohjelmistoja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää sopiva ohjelmisto yrityksen tarpeisiin, jolla saadaan luotua kattava dokumentointi projekteista. Työssä käsitellään suunnitteluohjelmiston hankintaprosessia.

## Development of The Electrical Design Process

Raula, Jani

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme In Electrical Engineering

February 2015

Supervisor: Pulkkinen, Petteri

Number of pages: 28

Keywords: CADS 15, CADS 16, circuit diagram, design

---

This thesis was carried out for the Alfa Laval Aalborg Oy. The goal of the thesis was to improve electrical design work in Alfa Laval Aalborg Oy. The purpose was compare features of company's currently used program to other available softwares in the market.

The target of this thesis was to find out the optimum software for the company's needs. With the right software solution target was set to achieve a comprehensive level of documentation for projects. The procurement project of the software is documented in this thesis.

## ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Satakunnan ammattikorkeakoulun Sähkötekniikan koulutusohjelman päättötöinä Alfa Laval Aalborg Oy:lle. Opinnäytetyön ohjaajana on toiminut Petteri Pulkkinen. Alfa Laval Aalborg Oy:ltä ohjaana on ollut Janne Kallioniemi.

Kiitän Alfa Laval Aalborg Oy:tä mahdollisuudesta tehdä päättötyöni heille. Yrityksen työntekijät ovat auttaneet minua päättötyötäni koskeissa asioissa. Haluan vielä erityisesti kiittää työni valvojia Petteri Pulkista ja Janne Kallioniemeä.

Raumalla 4. toukokuuta 2015

Jani Raula

## SISÄLLYS

ESIPUHE .....	4
KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET .....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Tavoitteet .....	8
1.2 Alfa Laval Aalborg Oy Rauma .....	8
2 ALKUTILANNE .....	8
2.1 Suunnittelun nykytilanne .....	8
2.2 Tavoitteet .....	9
2.3 Tavoitteiden mahdollistaminen .....	9
3 KYMDATA OY .....	10
3.1 CADS Planner Electric .....	10
3.2 CADS Planner Electricin-sovellukset .....	11
4 DOKUMENTOINNIN VAATIMUKSET .....	12
4.1 Päätökset ja standardit .....	12
4.2 Keskusdokumentit .....	13
4.2.1 Pääkaavio .....	13
4.2.2 Piirikaavio .....	14
4.2.3 Kokoonpanopiirustus .....	14
4.2.4 Keskuksen kojeluettelo .....	15
4.3 Dokumentit .....	15
4.3.1 Piirikaavio .....	15
4.3.2 Liitäntäkaavio .....	15
4.3.3 Kaapeliluettelo .....	15
4.3.4 Kaapelikaavio .....	15
4.4 Vaatimusten täyttäminen .....	16
5 SÄHKÖSUUNNITTELUN OHJELMISTO VAIHTOEHDOT .....	16
5.1 AutoCAD Electrical 2015 .....	16
5.2 JCAD SÄHKÖ – SUUNNITTELU .....	17
5.3 EPLAN Electric P8 .....	17
5.4 Muut ohjelmat .....	18
6 SÄHKÖSUUNNITTELU ALFA LAVAL AALBORG OY .....	19
6.1 Suunnittelutyö .....	19
6.2 Piirikaavion laatimisohteita .....	20
7 PIIRIKAAVIoidEN SUUNNITTELU CADS 15 OHJELMALLA .....	20
7.1 Vahvuudet .....	20
7.2 Ongelmat .....	20

8 CADS PLANNER ELECTRIC 16.....	21
8.1 Ongelmat21	
8.2 Mahdollisuudet .....	23
8.3 CADS Electric Pro 16.....	24
8.4 Ohjelmiston hankinta.....	25
8.5 Tapaaminen Kymdata Oy:n henkilökunnan kanssa.....	26
9 YHTEENVETO .....	27
LÄHTEET.....	28

## KÄYTETYT MERKINNÄT JA LYHENTEET

### Lyhenteet

ALA	Alfa Laval Aalborg Oy
HW	Hard Wire, Piirikaaviosuunnittelu
SW	Software, Ohjelmointisuunnittelu
PI	Prosessi- ja instrumentointikaavio

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia CADS Planner Electric –ohjelman ominaisuuksia tehostamaan Alfa Laval Aalborg Oy:n sähkösuunnittelua. Työssä tullaan tutkimaan nykyisen sähkösuunnitteluohjelmiston mahdollisuuksia, sekä vertailemaan muita markkinoilla olevia sähkösuunnitteluohjelmistoja. Tarkoituksena oli siirtyä käyttämään uutta 16 Standard –versiota. Työssä selvitettiin ja ratkaistiin ongelmia, joita voi ilmetä, kun vanhalla ohjelmaversiolla piirrettyjä kuvia muokataan uudella ohjelmaversiolla.

## 1.2 Alfa Laval Aalborg Oy Rauma

Alfa Laval Aalborg Oy:n Rauman konttori on asiantuntijatoimisto. Raumalla suunnitellaan laivakattiloita ja dieselvoimalaitosten lämmöntalteenottojärjestelmiä, joita toimitetaan ympäri maailmaa. Rauman yksikössä on myynti-, osto-, taloushallinto-, suunnittelu- ja projektinhoito-osastot joista tulee yhteensä yli 60 henkilön henkilökunta. /1/

# 2 ALKUTILANNE

## 2.1 Suunnittelun nykytilanne

Yrityksellä on käytössä CADS Planner Electric 15 Standard –versio sähkösuunnittelussa. Ohjelmalla on piirretty puhtaasti vain 2D-kuvia. Suunnittelutapa on toimiva, kun toimitukset ovat olleet vakioitoimituksen mukaisia, jolloin piirikaaviot eivät vaadi suuria muutoksia. Kaikki sähkösuunnittelu tehdään

pääsääntöisesti itse. Kiireaikoina suunnittelua ollaan myös ostettu alihankintana. Suurin ongelma suunnittelussa on ollut muutosten tekeminen piirikaavioihin projektin edetessä. Sähkösuunnittelu pyritään aloittamaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, mutta asiakkaan kanssa käydään palavereja projektin edetessä ja toimitukseen saattaa tulla lisää tai erilaisia komponentteja, kuin alunperin on suunniteltu. Tällöin piirikaavioihin saattaa tulla suuriakin muutoksia. Nykyisellä suunnittelukäytännöllä ja ohjelmistolla se on erittäin työlästä.

Osaan toimituksiin ollaan aloitettu tekemään myös kaapelin kytkentäkuvia, sekä kaapelikaavioita. Näiden tekeminen on erittäin työlästä käyttäen ohjelmaa vain piirtoalustana.

## 2.2 Tavoitteet

Tavoitteena olisi tulevaisuudessa saada ns. turhat työvaiheet karsittua pois. Tämä tarkoittaa, että sama tietoa ei tarvitsisi syöttää useaan paikkaan monesti. Tavoite olisi piirtää piirikaavio, josta saisimme generoitua kaikki muut tarvittavat dokumentit. Piirikaaviota piirrettäessä annettaisiin komponentille jo sen kytkentä-, tuotetiedot ja mitat. Kaapelit määritettäisiin jokaista johdinta myöten jo piirikaaviossa. Tällöin ei esimerkiksi tarvitsisi syöttää kaapelinumeroita kolmeen eri paikkaan, kuten aiemmin on tehty.

## 2.3 Tavoitteiden mahdollistaminen

Tavoitteiden asettamisen jälkeen piti lähteä etsimään mahdollisuuksia niiden toteuttamiseen. Ensimmäiseksi niitä lähdettiin etsimään jo käytössä olevasta ohjelmistosta. Nykyisellä käytössä olevalla ohjelmalla näitä tavoitteita ei pystytty toteuttamaan, joten oli selvää, että yrityksen pitää tehdä investointeja suunnitteluohjelmistoihin tavoitteiden täyttämiseksi. Tässä vaiheessa lähdettiin myös tutkimaan muiden yritysten tarjoamia suunnitteluohjelmia kuin yksin Kymdata Oy:n. Muina mahdollisina ohjelmistovaihtoehtoina pidettiin:

- AutoCAD Electrical
- JCAD SÄHKÖ – SUUNNIITTELU
- EPLAN

Ominaisuuksien lisäksi vertailtaessa ohjelmia piti muistaa myös ohjelmistojen kustannukset, sekä koulutuksen tarve suunnitteluhenkilöstölle, jos uuteen ohjelmaan päädyttäisiin. CADS Planner Electric 16 Pro oli alusta saakka todennäköisin vaihtoehtomme.

### 3 KYMDATA OY

Kymdata Oy on vuonna 1979 perustettu suomalainen CAD-ohjelmistotalo, joka on kehittänyt toimialakohtaisia CADS-ohjelmistoja jo 30 vuotta. Kymdata Oy:llä on Suomessa seitsemän alueellista toimistoa, sekä Tallinnan toimisto joka palvelee Baltian markkinoita. CADS Planner Electric on markkinajohtaja Suomessa käytettävistä sähkösuunnittelu ohjelmistoista. /2/

#### 3.1 CADS Planner Electric

CADS Planner Electric on monipuolinen suunnitteluohjelmisto useiden sovellustensa ansiosta. Oikeiden sovellusten avulla ohjelma muovautuu sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin: rakennussähköistys, teollisuussähkö- ja automaatio ja keskusten layout-suunnitteluun, kuin myös jakeluverkkojen suunnitteluun. /2/

Ohjelmasta on olemassa kolme eritasoista versiota: Lite, Standard ja Pro. Käyttötasot

- Lite – Kevyempään sähkösuunnitteluun
- Standard – Tehokasta piirtoautomaatiikkaa sähködokumenttien tuottamiseen
- Pro – Markkinoiden laajin sähkö- ja automaatio-suunnittelujärjestelmä vaativaan suunnitteluun. /2/

### 3.2 CADS Planner Electricin-sovellukset

CADS Planner Electric sisältää monia eri sovelluksia sähkö- ja automaatiotekniikan suunnittelu tarpeisiin. Sovellukset ovat:

- Keskuskaaviot
- Keskuslayout
- Tasopiirrustukset
- Taulukot
- Piirikaaviot
- DB –tietokantasovellus

Lite, Standard ja Pro tasojen avulla voi valita vielä itselleen sopivan määrän ominaisuuksia.

Alfa Laval Aalborgilla on ollut käytössä CADS Planner Electric 15, jossa on seuraavat sovellukset keskuskaaviot, keskuslayout, piirikaaviot, tasopiirrustukset ja taulukot. Ohjelman käyttötaso on Standard.

## 4 DOKUMENTOINNIN VAATIMUKSET

Opinnäytetyön aikana käytiin myös läpi standardeja ja vaatimuksia liittyen sähkölaitteiden ja –asennusten dokumentointiin. Osa yrityksen toimituksista menee Suomen ja EU:n ulkopuolelle, mutta noudatamme silti EU:n alueelle asetettuja määräyksiä suunnittelussa, jollei asiakas muuta ilmoita. Alfa Laval Aalborg Oy tekee ainoastaan suunnitelmat sähkölaitteiden ja ohjauskeskusten kytkennälle. Muut yritykset valmistavat ohjauskeskukset, sekä suorittavat kaapeloinnit ja kytkennät kentällä.

### 4.1 Päätökset ja standardit

#### **Kauppa- ja teollisuusministeriön antama päätös sähkölaitteistojen turvallisuudesta (17.12.1999/1193):**

Dokumentointia koskeva vaatimus on päätöksen liitteen 1, olennaiset turvallisuusvaatimukset, kohdassa 21.

Sähkölaitteisto on varustettava sen käyttöä ja hoitoa varten tarpeellisilla merkinnöillä ja varoituskilvillä.

Suojalaitteet, johdot ja johtimet on ryhmiteltävä selkeästi ja tarvittaessa merkittävä siten, että virtapiirit voidaan tunnistaa.

Sähkölaitteistosta on laadittava sen rakentamista, käyttöä ja hoitoa varten tarvittavat kaaviot ja ohjeet.

#### **Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä (5.7.1996/517):**

Huolto ja kunnossapito 11 § (3.5.2004/335)

Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille on laadittava ennalta sähköturvallisuuden ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Muiden sähkölaitteistojen osalta ohjelma voidaan korvata laitteiden ja laitteistojen käyttö- ja huolto-ohjeilla.

#### **Standardi SFS 6000:2007, kohta 132.13**

Jokaisesta sähköasennuksesta on oltava tarpeelliset dokumentit.

#### **Standardi SFS 6000:2007, kohta 514.5. Piirustukset**

**514.5.1** Sähköasennusten dokumentointiin on käytettävä kaavioita, piirustuksia ja taulukoita, joista ilmenee erityisesti seuraavat tiedot:

- virtapiirien laji ja rakenne (kulutuspisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji, johtojen tyypit) sekä
- tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja niiden sijainti voidaan tunnistaa. Yksinkertaisista asennuksista voivat edellä mainitut tiedot olla luettelomuodossa.

Dokumenttien tulee sisältää seuraavat yksityiskohtaiset tiedot siltä osin kuin ne ovat tarpeen kussakin asennuksessa:

- johtimien tyypit ja poikkipinnat
- virtapiirien pituudet, joita tarvitaan suojausta tai jännitteen alenemaa koskevien laskelmien tekemiseen (yleensä riittää mitoituksessa käytetyt maksimipituudet)
- suojalaitteiden lajit ja tyypit
- suojalaitteiden mitoitusvirrat tai asettelut
- prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt.

Nämä tiedot pitäisi olla käytettävissä asennuksen jokaisesta piiristä. Tiedot päivitetään asennuksen jokaisen muutoksen jälkeen.

**514.5.2** Käytettyjen piirrosmerkkien on oltava standardisarjan SFS-IEC 60617 mukaisia tai muuten yksiselitteisiä./5/

## 4.2 Keskusdokumentit

### 4.2.1 Pääkaavio

Pääkaavio on keskuksen pääpiirien kaavio, jossa esitetään seuraavat asiat:

- johtimien järjestelyt ja järjestelmän maadoitustapa
- keskuksessa olevat komponentit
- ryhmätunnus
- ryhmien nimet

- lämmitys- ja laiteryhmiä tehötiedot
- suojalaitteiden laji, tyyppi, mitoitusvirta ja katkaisukyky
- aseteltavien suojalaitteiden asetteluarvot, katkaisukyky ja ominaisuudet
- prospektiiviset oikosulkuvirrat
- varokepään ja varokealustan koko
- lähtöjen ohjaustapa sekä paikka periaatteellisella tasolla
- keskuksen tulevat ja siitä lähtevät johdot/kaapelit ja niiden tyypit
- keskuksen tekniset tiedot etulehdellä./5/

#### 4.2.2 Piirikaavio

Piirikaavio on keskuksen sähköisten virtapiirien kaavio, jossa esitetään seuraavat asiat:

- ohjauskytkentöjen toteutus
- ohjauspiireissä käytetyt komponentit
- ohjauskomponenttien sijainti, mikäli ne eivät sijaitse itse keskuksessa
- koje- ja laitetunnukset
- rivi- ym. liittimien sijainti, merkintä ja kytkentä./5/

#### 4.2.3 Kokoonpanopiirustus

Kokoonpanopiirustus on keskuksen fyysistä rakennetta kuvaava piirustus, jossa esitetään seuraavat asiat:

- fyysiset mitat mittakaavassa
- komponenttien fyysinen sijoitus kannet auki sekä kansien käyttökojeiden sijoittelu
- komponenttien tunnukset
- keskuksen pääkiskotasoinen johdotus
- valmistajan esittämät tekniset tiedot, kuten oikosulkukestoisuus./5/

#### 4.2.4 Keskuksen kojeluettelo

Keskuksen kojeluettelo on edellisiä täydentävä luettelo, jossa ilmoitetaan seuraavat asiat:

- kojeiden valmistaja
- kojeiden maahantuoja
- kojeiden tyyppi
- kojeiden ominaisuudet (vaadittava oikosulkukestoisuus ym.),/5/

### 4.3 Dokumentit

#### 4.3.1 Piirikaavio

Kaavio, joka antaa informaatiota sähköpiirin komponenttien keskinäisestä vaikutuksesta sekä lisäksi informaatiota fyysisistä liitännöistä./5/

#### 4.3.2 Liitântäkaavio

Kaavio, joka antaa informaatiota komponenttien ja yksiköiden fyysisistä liitännöistä./5/

#### 4.3.3 Kaapeliluettelo

Liitântätaulukko, joka antaa kohteiden välisten kaapeleiden asentamista koskevaa informaatiota./5/

#### 4.3.4 Kaapelikaavio

Liitântäkaavio, joka antaa informaatiota kohteiden keskinäisistä ja välisistä kaapeleista./5/

#### 4.4 Vaatimusten täyttäminen

Standardien ja vaatimusten mukaisten sähkösuunnitelmien tekeminen helpottuu huomattavasti tietokantapohjaisella suunnitteluohjelmistolla. Tietokantaan voidaan asettaa monipuolisesti tietoa johdotuksista, komponenteista, kaapeloinnista ja muista teknisistä tiedoista. Näiden avulla voidaan luoda täydellinen dokumenttihakemisto jokaiselle projektille.

### 5 SÄHKÖSUUNNITTELUN OHJELMISTO VAIHTOEHDOT

CADSin ohella tutkittiin myös muita sähkösuunnitteluun soveltuvia ohjelmistoja. Niihin ei paneuduttu kovinkaan syvällisesti, koska CADSista pois siirtymistä ei pidetty kertaakaan mahdollisena säilyttäen edes nykyinen sähkösuunnittelun taso. Ohjelmistot käytiin kuitenkin läpi ja tutkittiin, jos sieltä olisi löytynyt mahdollinen CADSin korvaaja.

#### 5.1 AutoCAD Electrical 2015

AutoCAD Electrical 2015 ladattiin yrityksen tietokoneelle testattavaksi. CADSillä piirretyt kuvat aukesivat AutoCADilla, mutta ensimmäiseksi huomio kiinnittyi sivujen vaihtamiseen johon CADSissä oltiin totuttu käyttämällä näppäimistön ”PageUp”- ja ”PageDown”-painikkeita. AutoCADissa sivut menevät tasoiksi. Tasoja pitää sytyttää ja sammuttaa aina erikseen valikosta siirtyttäessä sivulta toiselle. Tämä ominaisuus ei tuntunut hyvältä ratkaisulta. Päädyttiin tulokseen, että CADSillä piirrettyjä kuvia ei ole järkevää jatkaa AutoCadilla. Ohjelmien valikoista saatavat symbolit ovat myös aivan erilaisia.

AutoCAD vaikutti myös erilaiselta suunnittelumaailmalta. Ohjelman kieli oli myös englanti ja yrityksessä oltiin totuttu suomenkieliseen ohjelmaan. Kun tavoitteena oli kehittää sähkösuunnittelua AutoCAD Electricalia ei pidetty mahdollisena vaihtoehtona lyhyen aikavälin parannuksiin. Ohjelman täydellinen opetteleminen tyhjästä olisi vaatinut pitkän kouluttautumisen ja lopputuloksesta ei olisi ollut varmuutta.

## 5.2 JCAD SÄHKÖ – SUUNNITTELU

JCAD olisi CADSin tapaan suomenkielinen ohjelmisto. JCAD olisi myös tietokantapohjainen suunnitteluohjelma. Ohjelman tuote-esitteeseen tutustuttaessa huomattiin, että ohjelma on kehitetty tasokuvien sähköistys- ja loppukuvien tekoon. /6/. Näitä ominaisuuksia ei haettu vertailtaessa suunnitteluohjelmia Alfa Laval Aalborgin sähkösuunnitteluun.

## 5.3 EPLAN Electric P8

EPLANin sähkösuunnittelu ohjelmaa pidettiin ainoana mahdollisena korvaajana CADSille. EPLANilla olisi mahdollista saada paljon samoja ominaisuuksia kuin CADSilläkin. EPLANin ominaisuuksiin kuuluu graafinen ja laitekeskeinen suunnittelu

- Automaattinen ja erillinen laitetunnusten jakaminen ja numerointi
- Sijaintiviitteiden automaattinen luominen kosketinkarttoihin, komponentteihin, PLC:hin ja piirikaavioviittausten välille
- Eri osajärjestelmät (sähkökaaviot, hydraulikka- ja pneumatiikkakaaviot, säätökaaviot etc.)
- Automaattiset kytkennät ja älykkäät kytkennät
- Integroitu IEC-, NFPA-, GOST- ja GB-symbolikirjasto
- Automaattinen prosessointi skriptien avulla
- Nopea ja helppo navigointi "mene-toiminnolla" ja kattava hakutoiminto
- Kumoa ja tee uudelleen-toiminto
- Tarkastustoiminnot loogisten suunnitteluvirheiden löytämiseksi
- Nopea informaatio- ja tilannekohtainen ohje
- Mukautuva kerrostenhallinta (layer management) projektin tietojen valikoivaan näyttämiseen
- Navigaattorit nopeaan projektin tietojen paikallistamiseen ja suoraan muokkaamiseen
- Automaattinen PLC-komponenttien osoitteiden luominen (I/O:t)
- Integroitu osatietojen hallinta osatiedon rakenteen hallinnalla ja SQL-tuella
- Unicode-valmiudet projektin luomiseen ja kääntämiseen kaikille kielille

- Projektien-, versioiden ja käyttöoikeuksien hallinta./7/

Ohjelman ominaisuudet vaikutti erittäin kiinnostavilta ja olisivat soveltuneet myös hyvin yrityksen sähkösuunnitteluun. Alettiin kuitenkin pohtimaan mahdollisuutta siirtyä kokonaan uuteen ohjelmistoon, koska edellistä on käytetty talossa jo pitkään ja suunnittelijat hallitsevat tämän.

Täysin uuden ohjelmiston lisenssi kustannukset ovat paljon suuremmat kuin vanhan ohjelmiston käyttötason päivittäminen. Jouduttaisiin myös pitämään vanhaa CADS Planner Electric 15 Standardia ohjelman rinnalla muokattaessa projektien kuvia käyttöönotossa tapahtuneiden muutosten varalta. Projekteihin saattaa tulla myös laajennustilauksia jopa kymmenen vuoden kuluttua ensimmäisen laitoksen toimituksesta. Tällöin vanhan suunnitteluohjelman pitäisi olla käyttövalmiudessa todella pitkiä aikoja. Ilman vanhaa ohjelmistoa kuvat pitäisi piirtää kokonaisuudessaan uudelleen. Uudessa ohjelmistossa ei pystyttäisi hyödyntämään yhtään aiempia piirikaavio pohjia.

Uuden ohjelmiston käyttöönotto pitäisi myös onnistua päivittäisen työskentelyn ohessa, joten se ei saisi vaatia suunnittelijoilta yhtään ylimääräistä aikaa. Ohjelmiston hankinnan jälkeen haluttaisiin päästä suoraan tuottavaan työskentelyyn.

#### 5.4 Muut ohjelmat

Yrityksessä käytiin läpi myös muita mahdollisia vaihtoehtoja uudeksi suunnitteluohjelmaksi, jolla saataisiin enemmän hyötyä irti. Vertailujen jälkeen todettiin, että aivan uuden ohjelmiston hankkiminen on kalliimpaa, kuin CADS Standardi version päivittäminen Pro versioon. Uudet ohjelmistot vaatisivat myös enemmän kouluttautumista. Tällä hetkellä yrityksessä on kaikilla sähkösuunnittelijoilla perustaidot CADS Planner Electric –ohjelman käyttöön. Ohjelman käyttöönotto pystyttäisiin hoitamaan päivittäisten töiden ohessa. Valintaan vaikuttaa myös suuresti se, että koko alihankinta verkostollamme on käytössä CADS Planner Electric –ohjelma joten ohjelman vaihtaminen olisi vaatinut myös uusien alihankkijoiden valitsemisen ja kouluttamisen.

## 6 SÄHKÖSUUNNITTELU ALFA LAVAL AALBORG OY

Kaikki sähkösuunnittelu tehdään pääsääntöisesti itse. Kiireaikoina suunnittelua ollaan myös ostettu alihankintana. Suunnittelu ohjelmana on jo usean vuoden ajan ollut CADS Planner Electric Standard. Ohjelman avulla luodaan piirikaaviot, kytkentäkuvat, kaapelointikaavio ja keskuslayoutit. Komponentti- ja sulakelistojen, kaapeliluettelon ja I/O-listan laatimiseen on käytetty Microsoft Office Excel –ohjelmaa.

Suunnittelukäytäntönä on ollut piirtää kaapeleiden kytkentä suoraan ohjauspiirikaavioon ja järjestelmien laajentuessa sen kanssa on tullut ongelmia. Monijohtimisen kaapelin kytkentä on erittäin haastavaa, kun se on esitettynä jopa neljällä eri sivulla piirikaaviossa.

Piirikaaviot on suunniteltu siten, että kaikki olisi esitettynä yhdessä kuvassa: kaapelointi ja sisäinen johdotus. Tämän tarkoituksena on ollut se, että manuaalisesti kuvia muokattaessa ilman mitään viittauksia tai tietokantatoimintoa kaikki tulee aina kerralla ajantasalle. Piirikaavion ja kaapelointikuvien ollessa erilliset dokumentit kaikki muutokset tulee muistaa tehdä molempiin dokumentteihin. Kahden kuvasarjan pitäminen yhdenmukaisina ilman tietokantaa on työlästä.

### 6.1 Suunnittelutyö

Suunnittelutyö alkaa myyntiosaston kaupan julkistuksesta. Yleensä tässä vaiheessa on tiedossa laitteet jotka ovat ALA Oy:n ohjauksessa, sekä onko kyseessä releillä vai logiikalla ohjattu laitos.

Kaupan julkistuksen jälkeen projekti-insinöörit laativat prosessista PI-kaavion jonka perustella sähkösuunnittelu voidaan aloittaa. Suunnittelu on jaettu HW- ja SW-suunnitteluun. HW-suunnittelijat hoitavat piirikaavioiden, keskuslayouttien, komponenttilistojen ja kaapelilistojen teon. SW-suunnitteluun kuuluu logiikkaohjelmien kirjoittaminen. I/O-listan laatiminen vaihtelee SW- ja HW-suunnittelun välillä.

Ohjauspiirikaavioita piirretään paljolti vanhoilla menetelmillä jotka toimivat hyvin, mutta älykkäämmillä suunnitteluohjelmilla suunnittelua olisi mahdollista helpottaa kaikkia ominaisuuksia hyödyntämällä.

## 6.2 Piirikaavion laatimisohteita

Ennen piirikaaviosuunnittelun aloittamista suunnittelijat tutustuvat asiakkaan spesifikaatioon ja projekti-insinöörien luomaan PI-kaavioon. Näiden perusteella luodaan I/O-lista. Tämän jälkeen voidaan etsiä projektihakemistosta kyseiseen projektiin sopiva pohja ja lisätä tähän tarvittava määrä laitteita.

Piirikaavioiden visuaaliseen esitykseen ei ole yksiselitteisiä ohjeita. ALA toimituksissa on lähes aina samoja laitteita joiden ohjaus on suunniteltu kerralla kuntoon ja samaa esitystä käytetään aina seuraavissa projekteissa. Toisinaan asiakas vaatii perinteisestä toimituksesta poikkeavia laitteita jolloin ohjaus suunnitellaan laitekohtaiseksi.

Piirikaavioissa kytkennät pyritään esittämään mahdollisimman yksinkertaisesti helpottamaan käyttöönottoa ja tulevaisuuden huoltoja. Nykyinen piirustus malli on erittäin hyvä keskusvalmistajalle, koska sisäisiä johdotuksia ei juuri viitata eri lehdille.

## 7 PIIRIKAAVIOIDEN SUUNNITTELU CADS 15 OHJELMALLA

### 7.1 Vahvuudet

Nykytuotoisessa piirikaaviosuunnittelussa hyvää on yksinkertainen toteutustapa. Valmiita runkokuvia on vuosien saatossa tullut runsaasti 15 –versiolla piirrettyä. Näiden avulla uuden projektin kuvien luominen on selkeää. Kuviin lisätään oikea määrä komponentteja liittyen toimituksen laajuudesta ja vieritetään tunnukset kohdilleen.

### 7.2 Ongelmat

15 –versiolla piirretyissä piirikaavioissa on myös jonkin verran ongelmia, joita ratkaistiin tämän opinnäytetyön aikana. Ainoa ”automaattikka” jota ohjelmasta on

aiemmin hyödynnetty on koskettimien ja kosketinpakkojen välinen ristiviittaus, sekä johtimien jatkumisen viittaus toiselle lehdelle.

Ongelmana on ollut, että muutoksia tehdessä piirikaavioihin saattaa jäädä epähuomiossa samoja riviliitintunnuksia ja muita laitetunnuksia. Tämä johtuu siitä, kun käytössä ei ole ollut automatiikkaa, joka varoittaisi aina, kun kaavioon laittaa jo käytössä olleen tunnuksen. Toinen samantyyppinen tilanne on kaapelinumeroiden kanssa, joita voi isoimmissa projekteissa olla useita satoja.

Pääasiassa toimituksiin kuuluu yksi ohjauskeskus johon kaapeloidaan kaikki laitteet. Joissakin tapauksissa on myös käytetty liitinkoteloita joihin anturit johdotetaan ja sieltä edelleen isommilla runkokaapeleilla ohjauskeskukseen. Uusimmissa toimituksissa on myös alettu käyttämään niin sanottuja paikallisohjauskeskuksia, moottorilähtökeskusta ja logiikkakeskusta perinteisen yhden ohjauskeskuksen sijaan. Tällaisen ohjauskaavion esittämisen kanssa on ollut haasteita ja nykyinen visuaalinen ajattelu ei sovi tällaiseen.

## 8 CADS PLANNER ELECTRIC 16

Uuteen ohjelmaversioon siirtymisellä halutaan tehokkuutta sähkösuunnitteluun, sekä kattavampaa dokumentointia. Pyrittäisiin karsimaan niin sanottua turhaa työtä pois ja välttämään yksinkertaisten virheiden jäämistä dokumenteihin. Nämä ovat mahdollista CADSin kanssa, mutta nykyistä suunnittelutyöliä on muutettava ja pohjatöihin panostaminen auttaa tulevaisuudessa. Esimerkkinä suunnittelijoiden kouluttaminen ohjelmiston käyttöön ja verkkokirjastojen luonti.

### 8.1 Ongelmat

Yrityksellä on tällä hetkellä lisenssit vain CADS 16 Standardi –versioon. Opinnäytetyötä ajatellen tehtiin pienen projektin kuvat CADS 16 Standardi ohjelmalla. Heti alkuun huomattiin, että versio 16 on huomattavasti erilainen kuin 15. Vanhoja 15 –versiolla piirrettyjä kuvia ei voinut suoraan käyttää pohjakuvina. Ensimmäisenä huomattiin, että koskettimien ja kosketinpakkojen välinen ristiviittaus

ei toimi. Tämä johtui ”Päivitä ristiviittaukset” –painikkeen pois jäämisestä. 16 –versiossa koskettimien ristiviittaukset päivittyvät automaattisesti kunhan symbolit ovat uutta ohjelmaa tukevassa muodossa. Ratkaisu ongelmaan saatiin Kymdata Oy:n asiantuntijoilta jotka neuvoivat päivittämään symbolit uuden version mukaisiksi. Korjauksen joutui osittain tekemään käsin ja osittain se hoitui automaattisesti seuraavan ohjeen avulla:

- Kosketinpakat tulee tehdä uusiksi ja se kannattaa tehdä Kosketinpakan luonti –toiminnolla. Tämän jälkeen Symbolin vaihto –toiminnolla vaihdetaan uudet vanhojen tilalle.
- Koskettimet (CADSin mukana tulevat) tulee ladata levyltä kuvaan ja vaihtaa ne.
- Omat symbolit on stten muokattava vastaaviksi kuin CADSin omat.

Muunnos:

- Muutettava kuva auki > aja komento ’VaihdaVanhatSymbolit’ (Toiminnot > Aputoiminnot > Vaihta kuvan symbolit...)
- Aja komento ’Lataa symbolit levyltä ja vaihda ne kuvaan’ (löytyy samasta valikosta kuin ed.)
- Omat symbolit muokataan ’Muokkaa Electric-symbolia’-toiminnolla. Omat Kosketinpakat tehdään uusiksi ’Tee oma kosketinpakka’-toiminolla.
- Näiden lisäksi kuvaan jää vielä vanhat ristiviittaussymbolit ja ne on vielä poistettava.
- Helpoiten se käy niin, että valitset yhden tällöisen symbolin kuvasta ja kontekstivalikosta (hiiren oikea) valitaan toiminto ’Ominaisuussuodin’ ja varmistetaan, että dialogin oikealla alhaalla on asetus ’Aseta valitut elementit tartuntamuokkaukseen’ > OK > painetaan delete-nappia./3/

Edellä mainittujen toimenpiteiden jälkeen ristiviittausten kanssa ei ole ollut enään ongelmia muokatessa vanhoja kuvia 16 –versiolla.

## 8.2 Mahdollisuudet

Ensimmäisen projektin kuvat kun oli piirretty CADS 16 Standardi versiolla huomattiin, että kyseisellä ohjelmaversiolla ei saada juurikaan lisäarvoa eikä tehokkuutta yrityksen sähkösuunnitteluun. Piirtäminen oli samankaltaista kuin 15 – versiolla se oli ollut. Standardi –versio ei mahdollistanut odotettua parannusta suunnitteluun. Ohjelmalla ei saada tulostettua piirikaaviosta taulukoita tai listoja. Piti alkaa miettimään seuraavia vaihtoehtoja sähkösuunnittelun tehostamiseen. Päädyimme tutustumaan CADS Electric Pro 16 versioon jossa on käytössä tietokantasovellus.

### 8.3 CADS Electric Pro 16

Kiinnostuksen herättyä Pro –version suuntaan selvitettiin pintapuolisesti ohjelman tuomia mahdollisuuksia. Kymdatan sivuilta löytyi hyvä taulukko, josta näkee kaikki ominaisuudet, jotka on käytettävissä vain ohjelman Pro –tasolla.

<b>CADS ELECTRIC PRO</b>	<b>PRO</b>	<b>STD</b>	<b>LITE</b>
Projektipohjainen reaaliaikainen tiedonhallinta	x		
Projektipuukäyttöliittymä, keskitetty projektin suunnittelutietojen hallinta	x		
Kaksisuuntainen CADS Electric DB -tietokanta	x		
Kaapeleiden, johtimien sekä laitteiden hallinta ja massamuokkaukset koko projektissa	x		
Laite-, tuote-, kilpi- sekä lisätietojen hallinta ja massamuokkaukset koko projektissa	x		
Excel-tilukkoista projektitietojen tuonti ja vienti	x		
Projektitietojen massamuokkaukset Excelin kautta	x		
Mallipiirikaavioiden generointi Excel-tiedoston pohjalta	x		
Piirin kuvien generointi projektin tietokannasta	x		
Projekti-kohtainen tunnuksien hallinta	x		
Projekti-kohtainen kaapeleiden ja johtimien kytkentätietojen hallinta reaaliaikaisesti	x		
Reaaliaikaiset automaattiset komponenttien väliset ristiviittaukset koko projektissa	x		
Reaaliaikaiset johdotusviittaukset koko projektissa	x		
Keskuksien ja koteloiden sisäisten johdotusten automaattinen määrittäminen	x		
Projekti-kohtainen luetteloiden ja kaavioiden automaattinen generointi (CADS, Excel, PDF)	x		
Projekti-kohtaiset kaapelien, johtimien, riviliittimien sekä laitteiden kytkentäluettelot ja -kaaviot	x		
Projekti-kohtaiset kilpi-, dokumentti-, piiri-, I/O- ja laiteluettelot	x		
Projekti-kohtainen logiikkasuunnittelu (PLC) ja I/O:n hallinta	x		
Instrumentointisuunnittelu	x		
Valmistaja-kohtaiset tuotetietokannat	x		
Omien tietokantojen luonti/tuonti ulkopuolisista tiedostoista	x		
Vanhoiden projektien hyödyntämismahdollisuus	x		
Nimiketietojen siirto ERP:stä tai PDM:stä sekä kuvien ja osaluetteloiden siirto ERP- tai PDM-järjestelmiin	x		
Rajapinta dokumenttienhallintaohjelmisto CADS DM:ään	x		
Projekti-kohtaiset asetukset	x		
Tarkistustoiminnot ja ristiriitaisuuksien tarkistus projektissa	x		
Projekti-kohtainen muokkaustietojen hallinta CADS Electric DB:ssä	x		
Sijainti-, piiri- ja hierarkiaperusteinen tiedonhallinta CADS Electric DB:ssä	x		
Keskuslayoutin ja piirikaavion integraatio	x		
Monipuoliset kielikäännoiminnot	x		
Monipuoliset johdotus- ja piirtotoiminnot	x		
Asiakastunnuksien luonti ja hallinta sekä asiakaskuvataallennus	x		

Suurimpana etuna pidettiin erilaisten dokumenttien generointi piirikaavioista kuten esimerkiksi:

- Kaapeliluettelo
- Kaapelikaavio
- Osaluettelo
- Sulakelista
- Tunnusten muuttaminen tietokantasovelluksessa
- Kaapelin kytkentätaulukko
- Kaapelin kytkentäkuva riviliittimiin
- Kaapelin kilpiluuettelo

Lyhyen selvitystyön jälkeen lähetettiin tarjouskysely Kymdatan aluemyyntipäällikölle. Tarjouspyyntöön vastattiin nopeasti. CADS Pro -lisenssien hinta ei vaikuttanut lainkaan mahdottomalta hankinnan kannalta, mutta ennen ohjelman tilaamista piti tehdä vielä lisäselvitystä yrityksen organisaation sisällä. Haluttiin saada laajemmin selville uuden ohjelmaversion hyödyt. Kymdata Oy järjestää säännöllisesti koulutustilaisuuksia eripuolilla Suomea. Yrityksestä lähti sähkösuunnittelija Kymdata Oy:n järjestämille kaksi päiväisille CADS Electric – teollisuussähkösuunnittelun perusteet –kurssille Vantaalle. Kurseilta saatu tieto oli erittäin hyvää. Kouluttajan ohjeistuksella kurssilla tehtiin lyhyt mallipiirikaavio. Piirikaavioharjoitus oli suunniteltu niin, että sen toteuttamisessa tuli käytyä läpi paljon Pro –version tietokannan hyödyntämiseen vaadittavia ominaisuuksia. Hyödynnettäessä tietokantaa tulee piirikaaviot piirtää erittäin huolellisesti ja ohjelmalle tulee määritellä tarkasti jokainen johdotus, kaapeli ja komponentti. Jos näitä työvaiheita ohittaa ei muiden dokumenttien täydellinen generointi piirikaaviosta ole välttämättä mahdollista. Kouluttaja antoi myös paljon muita hyviä vinkkejä CADSin käytöstä ja ohjelman käyttäytymisestä.

#### 8.4 Ohjelmiston hankinta

Kurssien jälkeen yrityksessä pidettiin palaveri. Palaveriin kutsuttiin mukaan sähkösuunnitteluosaston sekä teknologiaosaston edustajat. Palaverissa käytiin läpi Kymdatan kursseilla saatua tietoa ohjelmasta. Teknologiaosaston työntekijät olivat

kiinnostuneita CADSin tietokannan liittamisestä yrityksen omaan tietokantaan. Tällä yhteydellä saataisiin sähköosat suoraan yrityksen ERP –järjestelmään ja sitä kautta ostoon. Tässä vaiheessa yrityksessä ei ollut tietoa miten tämän toteuttaminen voisi olla mahdollista. Päätettiin, että kutsutaan Kymdatan myyjä, asiantuntija ja kouluttaja vierailulle yrityksen toimitiloihin.

## 8.5 Tapaaminen Kymdata Oy:n henkilökunnan kanssa

Kymdatan henkilökunnan kanssa käytiin läpi yrityksen tarpeita. Alussa neuvoteltiin uusista CADS Pro –version lisenssien tyypistä. Aiemmin yrityksessä on CADS lisenssit olleet tietokoneisiin liitetyissä muistitikuissa. Uusien lisenssien kohdalla suunnitelmissa on siirtyä verkkolisensseihin jotka sijaitsevat palvelimella ja ovat useiden käyttäjien lainattavissa ympärimaailmaa. Palaverissa myös selvitettiin mahdollisuudet liittyä ulkopuolisella tietokannalla CADSin tietokantaan.

Palaverin yhteenveto oli, että Kymdatan myyjä lähettää yritykselle tarjouksen CADS Planner Electric Pron kolmesta verkkolisenssistä, sekä kahden päivän + kahden päivän(optio) asiantuntijan konsultaatio- ja koulutuspalveluista. Yrityksessä katsottiin tarpeelliseksi hankkia konsultaatiota verkkolisenssien asentamiseen. Konsultti myös kartoittaa yrityksen sähkösuunnittelun tarpeet ja tarjoaa tämän perusteella sopivaa koulutusta sähkösuunnitteluosastolle ohjelmiston käyttöön. Tämä todettiin olevan erittäin olennainen osa sähkösuunnittelun kehittämisessä, jotta uuden ohjelmiston hankinnan jälkeen ohjelmistoa päästään hyödyntämään täydellä teholla alusta saakka.

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyötä aloitettaessa yrityksessä oli käytössä CADS Planner Electrical 15 Standard –suunnitteluohjelma. Alussa käytiin läpi nykyisillä lisensseillä saatavia ominaisuuksia. Niillä ei saavutettu toivottua tulosta, joten alettiin kartoittamaan tietokantapohjaisia suunnitteluohjelmistoja. Työn aikana vertailtiin muutamia suunnitteluohjelmistojen soveltuvuutta yrityksen sähkösuunnittelun parantamiseen. Vertailtavista ohjelmistoista päädyttiin tutustumaan syvemmin CADS Planner Electric 16 Pro –ohjelmistoon. Yrityksestä kävi sähkösuunnittelija Kymdatan Oy:n teollisuuspiirikaaviosuunnittelu –kurssilla. Kurssilla saatujen hyvien kokemusten peruusteella otettiin yhteyttä Kymdata Oy:n myyntiin ja asiantuntijoihin. Sovittiin palaveri, jossa kuultiin lisää ohjelmasta. Palaverissa hahmoteltiin myös tarvittavat lisenssit ja konsultointi tarpeet, joista Kymdata Oy:n myyjä laati yritykselle tarjouksen.

Yrityksessä katsottiin tarjouksen olevan kohtuullinen ja uudella ohjelmistolla tullaan saamaan haluttua tehokkuutta sähkösuunnitteluun. Tulevaisuudessa yrityksessä piiretään sähkökuvat CADS Planner Electrical 16 Pro –versiolla. Kymdata Oy:n asiantuntija kutsutaan pitämään koulutusta yrityksen tiloihin. Konsultoinnin avulla ohjelmasta tullaan saamaan paljon enemmän ominaisuuksia käyttöön, kuin itseopiskelemalla. Pro –version oikeaoppisen käyttöönoton jälkeen päästään pois niin sanotusta saman tiedon useaan kertaan syöttämiseltä.

## LÄHTEET

/1/ Alfa Laval Aalborg Oy:n sisäinen tietokanta 2015

/2/ Kymdata Oy:n www-sivut. Viitattu 18.2.2015.

<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6%20ja%20automaatio/>

/3/ Kai Ristolan ([kai.ristola@cads.fi](mailto:kai.ristola@cads.fi)) lähettämä sähköposti 11.3.2015

/4/ Kymdata Oy:n www-sivut. Viitattu 22.4.2015.

<http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/S%C3%A4hk%C3%B6%20ja%20automaatio/Ominaisuudet/> .Viitattu 22.4.2015

/5/ ST 13.30 Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit (ST-kortisto). Viitattu 22.4.2015

/6/JCAD www-sivut. <http://www.jcad.fi/docs/jcad%20s%C3%A4hk%C3%B6-suunnittelu%20plus%20esite.pdf> . Viitattu 27.4.2015

/7/ EPLAN www-sivut. <http://www.eplan.fi/fi/ratkaisut/saehkoesuunnittelu/eplan-electric-p8/>. Viitattu 27.4.2015