

Mika Tammela

CADS-SUUNNITTELUOHJELMAN OMINAISUUKSIEN
TUTKIMINEN

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2011

CADS-SUUNNITTELUOHJELMAN OMINAISUUKSIEN TUTKIMINEN

Tammela, Mika

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2011

Ohjaaja: Viljanen, Timo

Sivumäärä: 45

Liitteitä: 4

Asiasanat: CADS, suunnittelu, ohjelmistot, Excel, tutkimus

Tämän opinnäytetyön aiheena oli CADS Planner Electric suunnitteluohjelman ominaisuuksien tutkiminen. Työ toteutettiin Satmatic Oy:lle, joka toimi työn tilaajana.

Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia mahdollisuuksia suunnittelutyön helpottamiseksi luomalla yksi tyyppiin piirikaavio, jonka pohjalta voidaan luoda useita moottorilähtöjä. Microsoft Excel taulukkolaskentaohjelmaa avulla muuttujien arvot erilaisissa moottorilähdöissä muuttuvat.

Tämän opinnäytetyön toisena osuutena tutkittiin mahdollisuutta luoda osaluetteloa komponenttien valinnan yhteydessä samalla, kun suunnittelutyötä tehdään ja täten helpottaa suunnittelu-urakkaa.

Työ aloitettiin tutustumalla käytettävään suunnitteluohjelmaan harjoittelemalla itsenäisesti piirtämistä. Ohjelman kanssa sinuiksi pääsemisen jälkeen tutustuttiin tärkeimpiin ja yleisempiin moottoreiden päävirtapiireihin.

Työn tilanneelta yritykseltä saatiin muutamia piirikaavioita harjoittelua varten. Ohjelma, jolla työ suoritettiin, saatiin oppilaitokselta.

Työssä havaittiin, että suunnitteluohjelman valmiilla komennoilla ei pysty luomaan ohjelmalinkkiä, joka avaisi piirikaavioita muuttujien arvojen ollessa erilaisia. Tiedonhaussa huomattiin, että useat Suomalaiset yritykset tarjoavat erilaisia ohjelmistoratkaisuja CAD-ohjelmiin.

Havaittiin, että ohjelman avulla osaluettelon luominen on mahdollista ilman jokaisen komponentin kirjaamista erikseen. Selvisi myös, että kerran toteutettuna ohjelma muistaa komponenttien nimet ja täten helpottaa osaluettelon luomista.

RESEARCHING OF CADS

Tammela, Mika

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

May 2011

Supervisor: Viljanen, Timo

Number of pages: 45

Appendices: 4

Keywords: CADS, design, Excel, research

The purpose of this thesis was to research the properties of CADS designing program. The work was made for Satmatic Oy which was also the subscriber.

The purpose of the research was to explore the possibilities of easier design by creating one basis circuit diagram for the multiple motor outputs. With Microsoft Excel the values of parameters of motors can be changed automatically for different motor outputs.

The second contribution of this thesis was a study of possibility to create a list of used parts at the same time of the selection of components while designing is under construction.

The work began by getting to know the design program used on this thesis by practicing the drawing techniques. After I got to terms with the program I explored the main and the most common main circuits.

For practicing I got few drawings from the company that ordered the work. The program, by which the work was carried out, was from the institute.

I found out, that with built in commands it was impossible to create such a link between Excel and CADS that would open circuit diagrams automatically. I also noticed that many companies in Finland offers different solutions for CAD-programs

It was found that with built in commands it is possible to create parts list automatically. You do not need to register every component separately. It was also found out that once implemented the program will remember the names of the components which simplifies the creation of parts list.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	KYMDATA OY.....	7
2.1	CADS Planner Electric.....	7
2.2	CADS Planner Electricin-sovellukset.....	7
2.2.1	Piirikaaviot-sovellus.....	8
3	PIIRIKAAVIO.....	8
3.1	Sijaispiirikaavio.....	9
3.2	Pääpiirit.....	9
3.3	Piirikaavion tarkoitus.....	9
3.4	Osanumero.....	10
3.5	Komponenttien tunnuksia.....	10
3.6	Piirikaavion ulkomuoto.....	10
3.6.1	Piirikaavioiden merkinnät.....	11
3.7	Yleisimpiä komponentteja.....	12
4	PIIRIKAAVIOSUUNNITTELU.....	12
4.1	Suunnittelutyö.....	12
4.2	Piirikaavion laatimisohteja.....	13
4.2.1	Toistuvat osat.....	14
5	PIIRIKAAVIoidEN LUONTI.....	15
5.1	Moottorilähdöt.....	15
5.1.1	Suora moottorilähtö.....	15
5.1.2	Suunnanvaihto-moottorilähtö.....	15
5.1.3	Taajuusmuuttajaohjattu moottorilähtö.....	15
5.2	Excel-taulukko.....	16
5.3	Excelin ja CADSin välinen yhteys.....	17
5.4	Muita mahdollisuuksia.....	17
5.5	Tiedustelu AN-Cadsolutioniin.....	17
5.6	Muita ohjelmistoratkaisuja ja sovelluksia tarjoavia yrityksiä.....	18
5.6.1	CAD-Q Oy.....	18
5.6.2	CAD-Expert Oy.....	18
5.6.3	CADPower Oy.....	18
5.6.4	Cadweiser Oy.....	19
6	OSALUETTELO.....	19
6.1	Osaluettelo kunnossapidon näkökulmasta.....	20
6.2	Osaluettelo tietokantana.....	20
6.3	Erikoistapaukset.....	21
7	OSALUETTELOn LUONTI.....	21

7.1 Osaluettelon luonnin mahdollisuudet	21
7.2 Osaluettelon luonti automaattisesti	22
7.2.1 Selvitystyö	22
8 CADS PLANNER ELECTRICIN OMAT KOMENNOT	23
8.1 Osaluettelon luominen ohjelman komennoilla	23
8.1.1 Oikean valikon löytäminen	23
8.1.2 Komennon antaminen	25
8.1.3 Osaluettelotoiminnot	27
8.1.4 Symbolin valinta	29
8.1.5 Osaluetteloon kirjattavat tiedot	31
8.1.6 Luettelorivi	33
8.1.7 Luettelorivin symbolit	35
8.1.8 Symbolirivin osoitus	37
8.1.9 Luettelorivien vienti tiedostoon	39
8.1.10 Osaluettelo Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmassa	41
8.1.11 Osaluettelon luominen jatkossa.	43
9 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	45
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisia mahdollisuuksia piirikaaviosuunnittelutyön helpottamiseksi.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdollisuutta helpottaa suunnittelutyötä luomalla yksi tyyppiipiirikaavio, jonka pohjalta voidaan luoda useita moottorilähtöjä. Microsoft Excel- taulukkolaskentaohjelmaa apuna käyttäen muuttujien arvot erilaisissa moottorilähdöissä muuttuvat automaattisesti, eikä niitä tarvitse jokaiseen suunniteltuun kuvaan erikseen laittaa.

Työn toisena osuutena oli tarkoitus tutkia mahdollisuuksia helpottamaan osaluettelon luomista suunnittelutyön edetessä. Tarkoituksena oli etsiä mahdollisuuksia osaluettelon luomiseen työn edetessä ilman, että suunnittelutyö juurikaan häiriintyy eikä osaluetteloa tarvitse osa osalta luoda erikseen.

Työn teettäjänä toimi Ulvilainen sähkö- ja automaatiotekniikan rakentaja Satmatic Oy. Satmatic Oy on osa AS Harju Elekter pörssiyhtiötä. Koko konserni työllistää n. 500 työntekijää, josta Satmatic Oy:n osuus on lähes 100 työntekijää. Satmatic Oy:llä on Ulvilan lisäksi toimipiste myös Keravalla. /1/

2 KYMDATA OY

Kymdata Oy on vuonna 1979 perustettu suomalainen CAD-ohjelmistotalo. Yritys on kehittänyt toimialakohtaisia CADS Planner suunnitteluohjelmia jo yli 20 vuotta. Toimialakohtaisia ohjelmistoja ovat, sähkö- ja automaatio: CADS Planner Electric, LVIA: CADS Planner Hepac, arkkitehti- ja rakennesuunnittelu: CADS Planner House. /2/

Yrityksellä on Suomessa seitsemän alueellista toimipistettä, jotka sijaitsevat Kotkassa, Turussa, Lahdessa, Uudellamaalla, Vaasassa, Kuopiossa sekä Oulussa. Yritys toimii myös muutamassa Baltian maassa, Viron Tallinnassa sekä Liettuan Vilnassa. /2/

2.1 CADS Planner Electric

Tässä opinnäytetyössä käytettiin CADS Planner Electric ohjelmistoa. CADS Planner Electric soveltuu laajasti sähkö- ja automaatioalan eri suunnittelu- ja dokumentointitarpeisiin: rakennussähköistys, teollisuussähkö- ja automaatio ja keskusten layout-suunnittelu kuin myös jakeluverkkojen suunnittelu. CADS Planner Electric on Suomen käytetyin ohjelmisto sähkö- ja automaatiosuunnittelussa. /2/

2.2 CADS Planner Electricin-sovellukset

CADS Planner Electric sisältää useita erilaisia sovelluksia sähkö- ja automaatiotekniikan tarpeisiin. CADS Planner Electricin sisältämät sovellukset ovat:

- Keskuskaaviot.
- Keskuslayout.
- Tasopiirustukset.
- Taulukot.
- DB (tuotetietokanta).
- Piirikaaviot.

2.2.1 Piirikaaviot-sovellus

CADS Planner Electricin Piirikaaviot-sovellus tarjoaa tehokkaan työkalun erilaisten piiri- ja johdotuskaavioiden tuottamiseen./2/ Piirikaaviot-sovelluksesta löytyy valmiina suuri määrä erilaisia johdotus- ja riviliitintoimintoja. Sovelluksesta löytyy paljon etukojeita, kontaktoreita, moottoreita ja niihin turvakytkimiä sekä moottoreiden päävirtapiirejä. Piirikaaviot-sovellus sisältää myös suuren määrän muuntajia, koskettimia, kytkimiä, keloja, releitä sekä logiikkakortteja. CADS Planner Electricin Piirikaaviot-sovelluksessa on myös mahdollista tehdä kaikista edellä mainituista osista omia versioita, joten käytännössä kaikki piiri- ja johdotuskaaviosuunnittelun tarpeet löytyvät yhdestä sovelluksesta. /3/

3 PIIRIKAAVIO

Piirikaavioksi kutsutaan sähköpiirustusta, jonka suunnittelija luo siihen tarkoitettulla ohjelmalla. Piirikaavio on piirustus, joka kuvaa komponenttien kytkennän toisiinsa piirrosmerkkien ja niiden välillä kulkevien viivojen avulla./5/

Piirikaavio on toimintakaavio, jossa sähköinen toiminta esitetään piirrosmerkkien avulla. Piirikaavio esittää järjestelmän, osajärjestelmän, asennuksen, osan, lähteen, ohjelman jne. piirit toteutettuina. Piirikaavioissa ei välttämättä oteta huomioon komponenttien ja johdotusten todellista fyysistä kokoa, muotoa tai sijaintia./7/

Piirikaaviot muodostuvat komponentteja esittävästä piirrosmerkeistä, komponenttien ja laitteiden yhteen liittämistä johdotuksista, komponenttien yksilöintitunnuksista (osanumero), komponenttien liittimien liitintunnuksista, mahdollisten digitaalisten/analogisten signaalien tunnuksista ja niiden sijainneista, sekä mahdollisista lisätiedoista toiminnon selventämiseksi./6/

3.1 Sijaispiirikaavio

Sijaispiirikaavio on toimintakaavio, jonka tarkoitus on kuvata ja analysoida järjestelmän todellista käyttäytymistä erityisen yksityiskohtaisesti./7/

Sijaispiirikaavioita, joissa on käytetty piirrosmerkkejä, käytetään normaalisti ominaisuuksien tai käyttäytymisien laskemiseen ja analysoimiseen. Sijaispiirikaaviossa kuvataan tietoa, joka liittyy oleellisesti toteutukseen. Tällaista tietoa voi olla esimerkiksi kohteen viitetunnus, liitintunnus tai selittävä informaatio, kuten signaalivuon suunta./7/

3.2 Pääpiirit

Pääpiirit esitetään piirikaavioissa siinä laajuudessa kuin on tarpeellista, kuitenkin siten, että ulkopuolinen lukija ymmärtää piirustusta ja se on yksikäsitteinen. Usein pääpiirit esitetään vain piirikaavion yhteydessä olevassa johdotuspiirustuksessa, mutta ei piirikaaviossa. Piirikaaviossa voidaan viitata pääpiirien erilliseen kaavioon tai johdotuspiirustukseen./7/

3.3 Piirikaavion tarkoitus

Piirikaavion on tarkoitus kuvata lukijalleen laitteen toiminta komponenttitasolla. Piirikaaviosta yleensä selviää miten laitteen kytkennät suoritetaan käytännössä, mutta näin ei aina ole. Joskus kytkentöjä varten tehdään erillinen kaapeleiden kytkentäluettelo, josta kytkennät selviävät. Piirikaaviossa esiintyvät, johtimia kuvaavat viivat kuvaavat yhteyksiä eri komponenttien välillä. Viivojen, eli johtimien välissä on erilaisia komponentteja, jotka kuvaavat minkälaisen komponenttien läpi johtimet kulkevat. Jos johtimia kytketään komponentteihin, niissä näkyy yleensä pallomaiset kytkentäpisteet. Komponentit on merkittävä osanumerolla tai komponentin tyyppillä.

3.4 Osanumero

Normaalisti osanumero koostuu yhdestä tai useammasta kirjaimesta ja juoksevista numeroista. Kirjainosalle on olemassa standardi, mutta kaikki suunnittelijat eivät sitä noudata, mikä aiheuttaa piirikaavion ulkopuoliselle lukijalle ”harmaita hiuksia”. Osaluettelosta näkee komponentin tarkemmat tiedot osanumeron perusteella.

3.5 Komponenttien tunnuksia

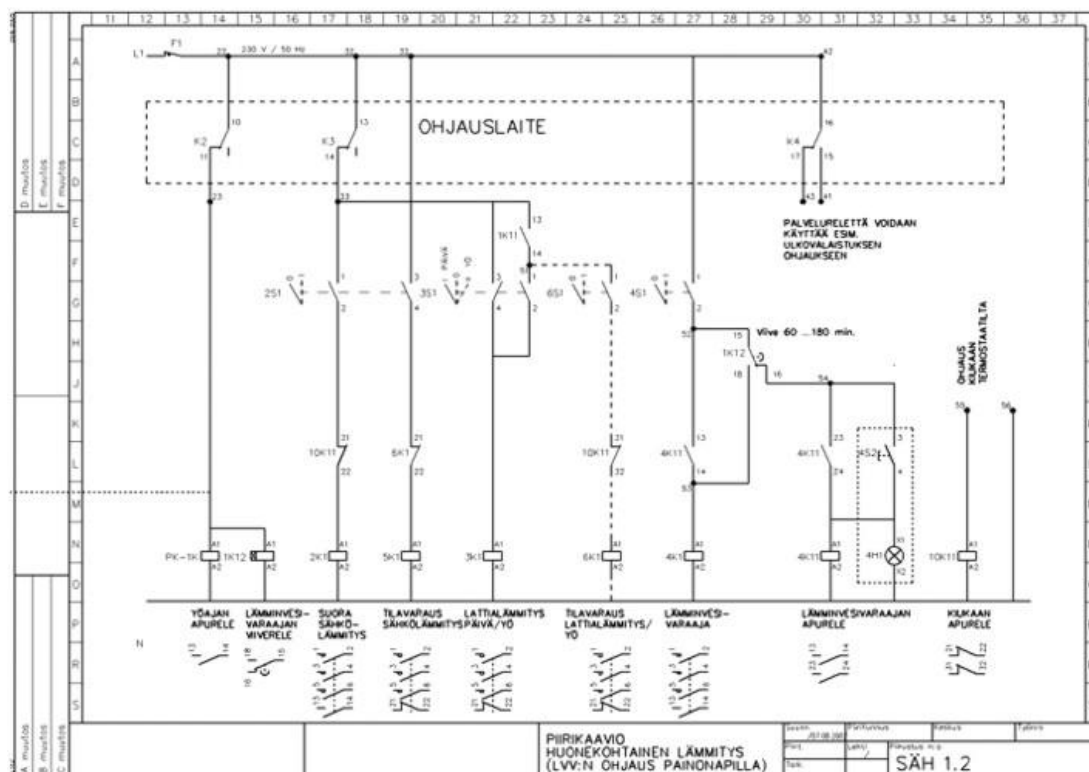
Tavallisimpia kirjaimia ja sitä vastaavia komponentteja ovat:

- C = Kondensaattori
- F = Sulake
- L = Kela
- R = Vastus
- V = Puolijohde
- K = Kontaktori
- S = Kytkin
- M = Moottori
- Q = Turvakytkin
- H = Lamppu
- G = Akku

Esimerkiksi osanumero R8 tarkoittaisi vastus numero 8./5/

3.6 Piirikaavion ulkomuoto

Piirikaavion ulkomuoto koostuu raameista, joiden sisällä suunnittelijan piirtämä sähköinen toimintakaavio on. Kuvassa 1 esitetään perinteinen piirikaaviopiirustus lämmityksen ohjauksesta.



Kuva 1./15/

3.6.1 Piirikaavioiden merkinnät

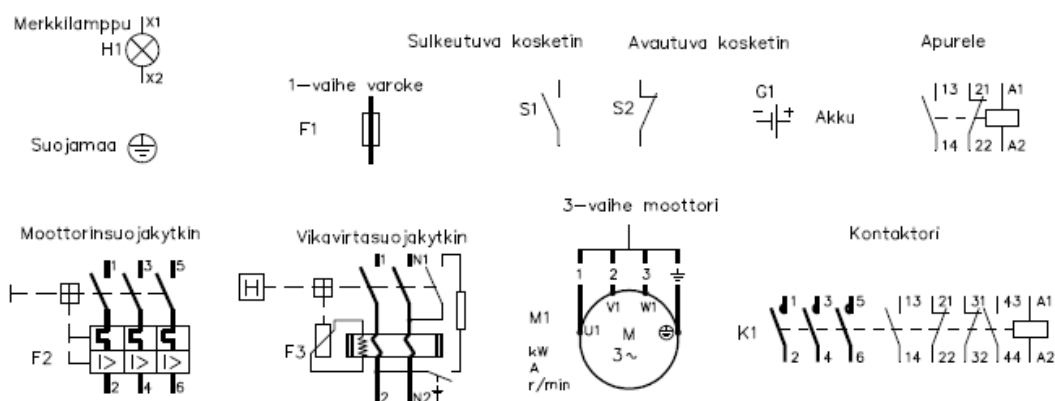
Piirikaavioihin merkinöissä noudatetaan normaalisti seuraavia ohjeita:

- Kojeen tai koskettimen yksilötunnus (osanumero) merkitään symbolin vasemmalle ja/tai yläpuolelle.
- Liittimen liittintunnus merkitään liittimen oikealle puolen, tai liittimen yläpuolelle.
- Releiden, vastusten jne. liittimien piirrosmerkkejä ei normaalisti esitetä, mutta tunnuksent esitetään.
- Jokainen liitos, sijaintipa liitos missä tahansa, joka on tarkoitettu asennuspaikalla liittämiseen, koestukseen tai vianhakuun, tulee esittää piirrosmerkillä ja sen tunnuksella.
- Lyhyitä teknisiä tietoja voidaan esittää piirikaaviossa. Tiedot merkitään piirrosmerkin lähelle tai, jos mahdollista, sen sisään./7/

3.7 Yleisimpiä komponentteja

CAD-ohjelmille on tyypillistä standardisymbolien ja piirustusjärjestelmien käyttö. Piirtämisen perusosa on suora viiva. Piirustuksen kaikki ympyrät ja kaaret tehdään suorista, hyvin lyhyistä viivoista./7/

Kuvassa 2 on esitelty yleisempiä piirikaavioissa käytettävien komponenttien piirrosmerkkejä.



Kuva 2.

4 PIIRIKAAVIOSUUNNITTELU

Tänä päivänä piirikaavioita suunnitellaan tietokoneilla erityisillä EDA-ohjelmistoilla (Electronic Desing Automation)./5/

4.1 Suunnittelutyö

Suunnittelijan täytyy laatia piirikaavio mahdollisimman yksiselitteiseksi siten, että kytöntöjen tekijälle on selvää mitä hän kulloinkin tekee. Suunnittelua täytyy tehdä ulkopuoliselle henkilölle, ei ns. itselleen. Suunnittelijan täytyy pitää koko ajan mielessään miten ulkopuolinen lukija ymmärtää kuvan tarkoituksen. Jos suunnittelija tekee suunnittelutyötä itselleen, hän yleensä oikaisee työtä tehdessään ja pistää

asioita omaan muistiinsa eikä niitä asioita näy piirikaavioissa, näin ei suunnittelija saisi ikinä toimia.

Suunnittelu aloitetaan yleensä silloin, kun pohjatyö tilattuun työhön on tehty, jolloin suunnittelija tietää mitä työn tilannut asiakas laitteelta haluaa, ja mihin erityiskohtiin suunnittelijan on kiinnitettävä huomiota. Pohjatyö alkaa heti tilauksen tultua.

Tilattua työtä aletaan piirtää yleensä suunnittelemalla ensiksi sähkönsyöttö laitteelle, eli ns. ”kovapuoli” 230V/400V osuus. Tämän jälkeen aletaan piirtää pienjänniteosuutta, joka käsittää moottoreiden ja muiden ”kovien” laitteiden ohjauspiirit.

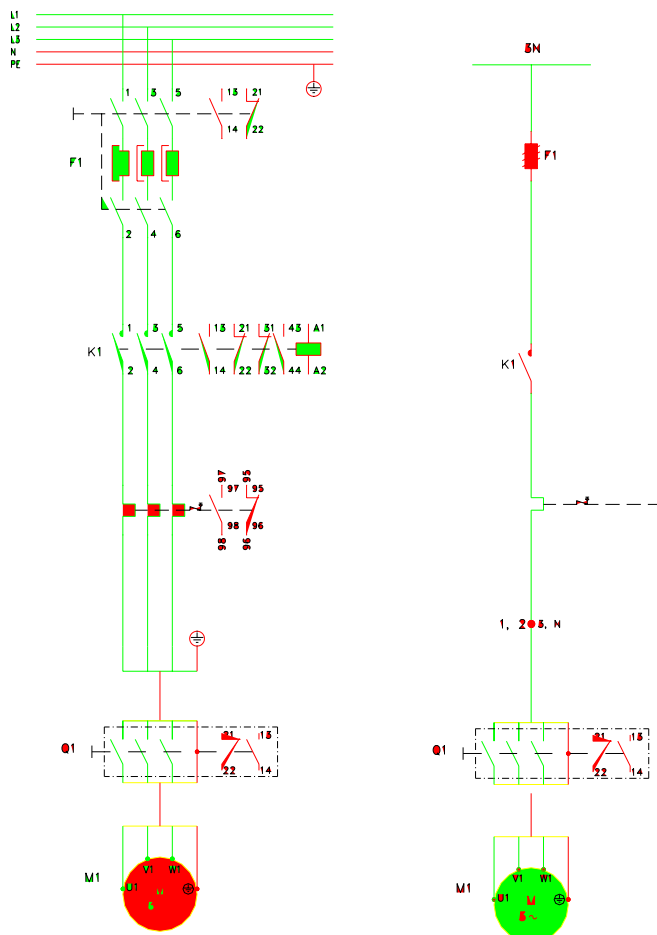
Työtä jatketaan normaalisti ohjaus kerrallaan. Kun yhden osuuden ohjausjohdotukset on saatu tehtyä, siirrytään seuraavaan. Joitain ohjauksia menee joskus päällekkäin siten, että yksi laite voi saada ohjausta useammasta eri kohteesta. Tällaisissa tapauksissa käytetään viittauksia sille lehdelle, minne toinen ohjaus on piirretty.

Samasta logiikkakortista menee myös usein ohjauksia useammalle eri laitteelle. Jos laitteen ohjausta on piirretty jo aiemmin, tehdään kortin osoitteelle viittaus. Usein yksi logiikkakortti käsittää yhden piirikaaviolehden. Suuremmissa kuin 8pin logiikkakorteissa, kuten 16pin ja 32pin korteissa, piirikaaviolehdet jaetaan tasaisesti osiin siten, että jokaiselle lehdelle piirretään yhtä monta kortin osoitetta.

Keskuksessa sijaitsevat komponentit esitetään piirikaaviossa, mutta muualla olevat laitteet/komponentit kuten moottorit, ohjauskotelot tai muut sellaiset erotetaan piirustuksessa katkoviivalla ja tunnuksella.

4.2 Piirikaavion laatimisohteita

Piirikaavion suunnittelemista kannattaa helpottaa yksinkertaistamalla määrättyjä toistuvia tai muuten selviä piirejä ja niiden osia. Yksiviivaesitystä voidaan käyttää, jos se on riittävä kyseiseen tarkoitukseen./7/ Esimerkiksi suora moottorilähtö voidaan piirtää yksiviivaesityksenä. Kuvassa 3 esitetään moniviiva- sekä yksiviivaesitys.



Kuva 3.

Piirin viivat piirretään suoriksi, välttämällä tarpeettomia vaakasuoria viivoja sekä risteämisiä. Yksittäiset piirit piirretään pystysuoraan, mutta poikkeustapauksissa, joissa ei pystysuoraan voida piirtää, piirretään vaakasuoraan. Piirit järjestetään niin, että piirin toimintajärjestys ja signaalien etenemissuunta on looginen, yleensä vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas./7/

4.2.1 Toistuvat osat

Piirikaavion toistuvat osat, kuten koskettimet, jotka vaikuttavat rinnakkain, voidaan esittää niin, että vain yksi toistuvista osista esitetään yksityiskohtaisemmin. Muut toistuvista osista esitetään vain sopivin viitemerkinnöin./7/

5 PIIRIKAAVIOIDEN LUONTI

Yleensä CAD-ohjelmissa on yksinkertainen ohjelmointikieli, jonka avulla voidaan laatia suunnittelua ja piirtämistä helpottavia käyttäjän omia ohjelmia./7/

5.1 Moottorilähdöt

Työ aloitettiin luomalla kolme mallipiirikaaviota usein käytetyistä moottoripäävirtapiireistä. Nämä piirit olivat suora moottorilähtö, suunnanvaihto-moottorilähtö sekä taajuusmuuttajaohjattu moottorilähtö. Työn liitteenä on jokaisesta moottorilähdöstä piirikaaviokuvat.

5.1.1 Suora moottorilähtö

Suorassa moottorilähdössä moottori pyörii yhteen suuntaan. Moottorin toimintaa ohjataan kontaktorin apukoskettimilla. Suoran moottorilähdön piirikaavio löytyy liitteestä 2.

5.1.2 Suunnanvaihto-moottorilähtö

Suunnanvaihto-moottorilähdössä voidaan muuttaa moottorin pyörimissuuntaa. Pyörimissuuntaa muutetaan vaihtamalla kahden vaihejohtimen päät keskenään. Käytännössä moottorin liittimiin liitetään johtimien lisäksi pyörimissuunnan vaihtoon tarkoitettu osa / komponentti, joka kontaktorin vaihdon yhteydessä ”vaihtaa” kaksi vaihetta keskenään./17/ Suunnanvaihto-moottorilähdön piirikaavio on esitettyä liitteessä 3.

5.1.3 Taajuusmuuttajaohjattu moottorilähtö

Taajuusmuuttajaohjatussa moottorilähdössä moottorin taajuutta ja täten myös pyörimisnopeutta ohjataan taajuusmuuttajalla. Taajuusmuuttaja muuttaa vaihtovirran

ja –jännitteen taajuutta. Taajuusmuuttaja koostuu kolmesta osasta. Kolmivaiheista 50Hz:n virtaa syötetään suuntaajaosaan, joka muuttaa vaihtovirran tasavirraksi. Tasajännite syötetään tasajännitevälipiiriin, joka suodattaa sykkivän jännitteen. Tämän jälkeen vaihtosuuntaajayksikkö kytkee moottorivaiheet joko negatiiviseen tai positiiviseen tasajännitevälipiiriin tietyssä järjestyksessä./17/

Moottorin pyörimisnopeus on suoraan verrannollinen taajuuteen, joten muuttamalla portaattomasti moottorin taajuutta muuttuu sen pyörimisnopeus myös portaattomasti./17/

Taajuusmuuttaja on myös erinomainen ratkaisu moottorien käynnistysongelmiin. Moottori voidaan käynnistää sekä pysäyttää pehmeästi ja tarkasti, riippumatta moottorin saamasta kuormituksesta. Erittäin raskaskin kuorma saadaan taajuusmuuttajan avulla käyntiin siten, että moottorin nimellisvirtaa ei ylitetä./17/ Taajuusmuuttajaohjattu moottorilähtö esitetään liitteessä 4.

5.2 Excel-taulukko

Moottorilähtöjen piirtämisen jälkeen luotiin Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmalla mallitaulukko, jossa on edellä mainittujen kolmen moottoripäävirtapiirin tiedot. Tiedoissa esiintyy moottorin teho, tyyppi sekä jännite. Taulukkoon on myös tehty kentät moottorin ottamalle virralle sekä käytetylle ohjausosoitteelle. Kun suunnitelmat toistavat itseään, voidaan tyhjiin kenttiin kirjoittaa virta-arvo sekä ohjausosoite. Taulukossa on moottorit järjestetty moottorin tehon mukaiseen järjestykseen, pienimmästä suurimpaan. Tähän taulukkoon voidaan myöhemmin lisätä erilaisia moottorikokoja, tarpeen niin vaatiessa.

Luodut taulukot ovat liitteessä 1.

5.3 Excelin ja CADSin välinen yhteys

CADS Planner Electricin PLC-suunnittelu-sovelluksessa voi hyödyntää kaksisuuntaista Excel liityntää. Piirikaaviot-sovellukseen tätä toimintaa ei ole valmiina saatavilla./2/

Visual Basic-ohjelmaa voidaan käyttää Excelissä. Visual Basic for Applications (VBA) mahdollistaa uusien funktioiden luomisen taulukon soluihin, erillisten ikkunoiden teon tietojen syöttöä varten ja liittymien teon ulkoisiin ohjelmiin ilman erillistä kehityspakettia tai maksullista lisäosaa./8/

VBA ohjelmalla on mahdollista kirjoittaa käyttöliittymiä ulkopuolisiin ohjelmiin ja täten myös CADSiin. /9/

5.4 Muita mahdollisuuksia

Olin opinnäytetyön tiimoilta yhteydessä yritykseen, joka tuo maahan erilaisia CAD, CAM ja CAE ohjelmistoja sovelluksineen. Heidän kautta saa CAD-suunnitteluun erilaisia ohjelmistoratkaisuja sekä räätälöityjä sovelluksia suunnittelu- ja piirtämistyötä helpottamaan./10/

5.5 Tiedustelu AN-Cadsolutioniin

Lähetin AN-Cadsolutionin infoon tiedustelun mahdollisista ohjelmallisista ratkaisuista Excelin ja CADS Planner Electricin välisestä yhteydestä. Vastauksena sain, että ”Valitettavasti emme itse tee sovelluksia. Toimimme vain maahantuojana sekä jälleenmyyjän ja kouluttajana. Olemme suosiolla jättäneet ohjelmointityöt muille”./4/

AN-Cadsolutionilla ei siis ole valmiina tarjolla sellaista ohjelmaa, joka mahdollistaisi Excelin ja CADSin välisen yhteyden. AN-Cadsolutionion kautta saa varmasti tilattua sellaisen ohjelmointityön, joka linkityksen mahdollistaa.

5.6 Muita ohjelmistoratkaisuja ja sovelluksia tarjoavia yrityksiä

Seuraavaksi listaan muita yrityksiä, jotka tarjoavat erilaisia ratkaisuja sekä sovelluksia CAD-suunnitteluohjelmiin.

5.6.1 CAD-Q Oy

CAD-Q on pohjoismaiden suurin suunnittelu- ja tiedonhallintajärjestelmien toimittaja, jonka palveluihin kuuluu CAD-ohjelmistojen ja laitteiden konsultointi, käyttöönotto, koulutus ja tuki. Yrityksen toimittamat ratkaisut keskittyvät muun muassa yrityksen itse kehittämiin suunnittelun ja tiedonhallinnan ohjelmistoihin./11/

Yrityksen Internet sivut yhteystietoineen löytyvät osoitteesta www.cad-g.fi

5.6.2 CAD-Expert Oy

CAD-Expert Oy toimittaa asiakkaiden tarpeiden mukaisia CAD-järjestelmiä sekä tarjoaa tehokkaan käyttöönoton vaatiman koulutuksen./12/

CAD-Expert Oy on keskittynyt lähinnä AutoCAD-sovelluksiin.

Yrityksen Internet sivut yhteystietoineen löytyvät osoitteesta www.cadexpert.fi

5.6.3 CADPower Oy

CADPower Oy:n toimialoina on CAD-ohjelmien koulutus, konsultointi sekä räätälöityjen ohjelmistojen rakentaminen. Yritys tarjoaa ohjelmistojen suunnittelua ja räätälöintiä asiakkaalle alusta loppuun. /13/

Yrityksen Internet sivut yhteystietoineen löytyvät osoitteesta www.cadpower.fi

5.6.4 Cadweiser Oy

Cadweiser Oy on keskittynyt tuottamaan korkeatasoisia tietojärjestelmäratkaisuja ja -palveluja. Cadweiser Oy tekee räätälöityjä CAD-ratkaisuja asiakkailleen suunnittelemalla ja toteuttamalla innovatiivisia ratkaisuja./14/

Yrityksen Internet sivut yhteystietoineen löytyvät osoitteesta www.cadweiser.com/fi

6 OSALUETTELO

Osaluettelo on yrityksissä käytetty tiedosto, jossa luetteloidaan työn tai laitteen valmistuksessa käytetyt osat. Osaluettelon avulla yritys laskuttaa tilauksen tehnyttä asiakasta, ellei tilatusta tuotteesta ole tehty kiinteäsummaista sopimusta. Myös asiakas saa osaluettelon avulla tietoonsa mitä tilattuun työhön kuuluu ja mihin hintaan. Osaluettelon avulla yritys pitää tarvikevarastonsa ajan tasalla. Osaluetteloon merkityt osat poistetaan mahdollisesta varastohallintajärjestelmästä, jos työhön käytetyt osat otetaan yrityksen mahdollisesta tarvikevarastosta. Osaluettelon avulla varastotyöntekijät ja yrityksen ostajat voivat tilata työhön tarvittavia osia ja komponentteja, joita ei yrityksessä ole hyllytavarana. Osaluettelosta käytetään usein myös nimitystä ”komponenttilista”.

Osaluettelo sisältää tietoa työssä käytettyjen osien nimistä, tyypeistä, valmistajista, valmistenumeroista, komponenttien sijoituksista ja niiden lukumäärästä sekä teknisistä arvoista./7/

Osaluetteloita laaditaan erilaisiin tarkoituksiin, esim. keskuksien valmistamista varten tai varaosien hankkimista ja käyttämistä varten./7/

Osaluettelon eräs erikoismuoto on kojeluettelo. Joskus käytetään myös nimitystä laiteluettelo. Tätä osaluettelon erikoismuotoa käytetään kojeiden ja laitteiden

hankinnassa, asennettaessa tai käyttö- ja huoltotehtävissä. Erittäin tyypillinen tällainen koje- / laiteluettelo on valaisinluettelo./7/

CAD-järjestelmät eivät normaalisti ole itsenäisesti erillään toimivia järjestelmiä, vaan liittyvät yrityksen muuhun toimintaan. Usein liitännä on suunnittelun ja valmistuksen välillä. CAD-ohjelma antaa tietoa esimerkiksi komponenttien hankintaa tai tarjouslaskentaa varten./7/

6.1 Osaluettelo kunnossapidon näkökulmasta

Kunnossapidon näkökulmasta osaluettelon tarkoituksena on helpottaa uusittavien komponenttien hankintaa. Osaluettelosta tulee löytyä jokainen työssä käytetty komponentti. Osaluettelo luodaan siten, että piirustuksessa käytetty komponentin tunnus (osanumero) vastaa osaluettelossa olevaa, vastaavalla tunnuksella löytyvää komponenttia. Suunnittelijan täytyy luoda osaluettelo oman piirustuksensa pohjalta. Piirustuksessa käytetyn tunnuksen avulla (esim. kontaktori K1) löydetään osaluettelosta oikea, uusittava komponentti. Tarpeen niin vaatiessa ja mahdollisen komponenttivaihdon yhteydessä osaluettelon avulla voidaan tilata uusi, vastaava komponentti./16/

Osaluettelosta usein ilmenee itse komponentti sen tunnus, valmistaja, sijainti piirustuksessa, määrä sekä kappalehinta.

6.2 Osaluettelo tietokantana

Yritysten ostajat ja varastoyöntekijät usein tilaavat tarvittavat osat ja komponentit suoraan osaluettelon perusteella. Useissa yrityksissä onkin saatavilla tietokanta, josta ilmenee eri valmistajien erilaiset komponentit, niiden ominaisuudet, hinnat sekä tuotenumerot. Tällaiset tietokannat usein helpottavat suunnittelijan työtä hänen valitessaan sopivaa komponenttia suunnitelmaan. Tietokannasta löytyy myös kaikki osaluetteloon tarvittavat tiedot komponenteista.

6.3 Erikoistapaukset

Joskus työssä käytettävät komponentit täytyy hyväksyttää työn tilanneella asiakkaalla, joka voi osaluettelosta komponentit nähdessään vaatia erinäisistä syistä eri komponenttien korvaamista toisenlaisilla. Tällaisia syitä voivat olla esimerkiksi: toisen valmistajan halvemmat komponentit, tai jos tilaaja on aiemmissa laitteissaan ja töissään tottunut käyttämään tietyn valmistaja komponentteja.

Yritys voi myös saada tilauksen, jossa tuotteen tilaava asiakas on jo valmiiksi määritellyt kenen valmistajan tuotteita on käytettävä.

Poikkeaviin olosuhteisiin tulevilla laitteistoilla on usein tiukemmat laatuvaatimukset, jolloin olosuhteisiin soveltuvia komponentteja ei löydy kaikilta valmistajilta. Eräät valmistajat ovat nimenomaan erikoistuneet poikkeaviin ja vaativiin olosuhteisiin soveltuviin komponentteihin. Tässäkin asiassa usein painaa tilaajan ennestään hyvät kokemukset komponenttitoimittajista, että mitä erikoiskomponentteja tuottavaa yritystä tilaaja käyttää. Näissä erikoistapauksissa osaluettelo joko tulee jo valmiina tilaajalta, tai sen luonnissa on otettava tilaajan, sopimuksen teon yhteydessä, esittämät erikoisvaatimukset huomioon.

7 OSALUETTELON LUONTI

7.1 Osaluettelon luonnin mahdollisuudet

Opinnäytetyön toisessa vaiheessa oli tavoitteena tutkia mahdollisuuksia osaluettelon helpompaan luomiseen. Päällimmäisenä tavoitteena oli löytää mahdollisuus automaattiseen osaluettelon luontiin symboleja piirrettävään kuvaan valittaessa.

7.2 Osaluettelon luonti automaattisesti

Osaluettelon automaattista luontia tutkittaessa tuli ilmi, että CADS Planner Electric-suunnitteluohjelmassa ei ole olemassa valmiita komentoja osaluettelon automaattiselle luonnille.

7.2.1 Selvitystyö

CAD-ohjelmat sisältävät paljon erilaisia suunnittelu- ja piirtämistyötä helpottavia toimintoja. Osaluettelon automaattisen luonnin mahdollisuutta selvitettiin mm. CADS Plannerin ohjeita lukemalla sekä Internetistä tietoa etsimällä, eritoten CADS Plannerin kotisivuilta. Yritin olla myös yhteydessä CADS Planner tukeen, mutta sieltä en vastausta saanut.

Tein asian timoilta lisää tiedonhakua Internetistä ja löysin yrityksen, AN-Cadsolutions, joka toteuttaa CAD-ohjelmiin erilaisia ohjelmointisovelluksia. Olin yritykseen sähköpostiyhteydessä tiedustellen mahdollista jo olemassa olevaa, tai ohjelmoitavissa olevaa ohjelmaa, joka suorittaa automaattisesti osaluettelon luomisen.

Vastauksena tuli seuraavanlainen sähköposti. ”Kiitos kysymästä. Valitettavasti itse emme tee sovelluksia. Toimimme vain maahantuojana sekä jälleenmyyjänä ja kouluttajana. Olemme suosiolla jättäneet ohjelmointityöt muille.”/4/

AN-Cadsolutions ei siis itse tee ohjelmointityötä ollenkaan, vaan tuo maahan ja jälleenmyy eteenpäin valmiita sovelluksia. Heidän kauttaan varmaankin saisi yhteyden ohjelmointiyrittäjiin, jotka voisivat mahdollisesti toteuttaa kyseisen sovelluksen.

8 CADS PLANNER ELECTRICIN OMAT KOMENNOT

CADS Planner Electric-suunnitteluohjelma sisältää tukun erilaisia komentoja suunnittelutyötä helpottamaan ja seuraavaksi esitän yhden komentosarjan, joka helpottaa osaluettelon luomista suunnittelutyön ohessa.

8.1 Osaluettelon luominen ohjelman komennoilla

CADS Planner Electric ohjelman komennoilla voidaan helpottaa osaluettelon tekoa, varsinkin suuremmissa piirikaavioissa, joissa samat komponentit toistuvat usein.

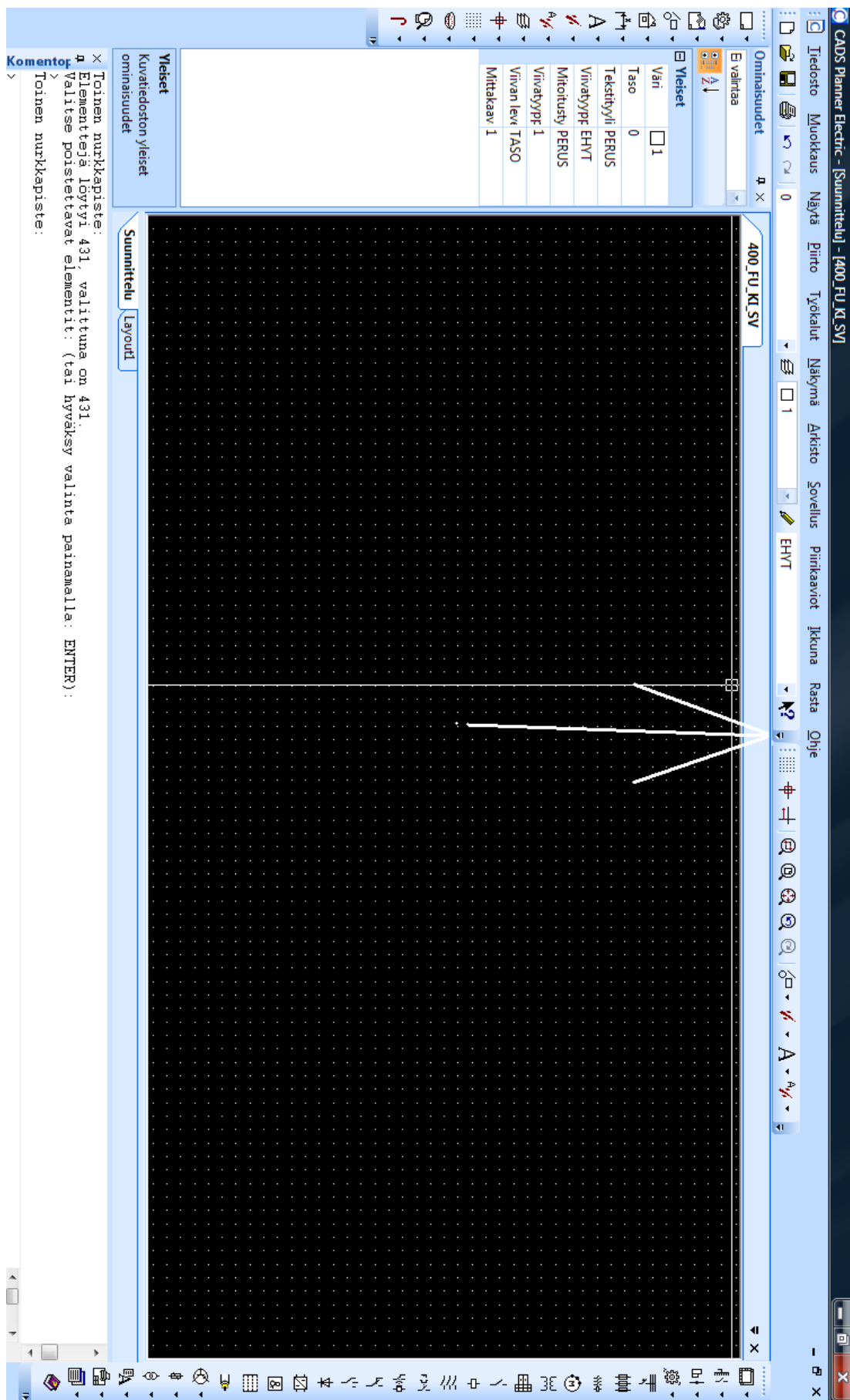
Osaluettelon luominen CADS Planner Electricin omilla komennoilla tapahtuu seuraavasti.

8.1.1 Oikean valikon löytäminen

CADS Planner Electric-suunnitteluohjelmaa käytettäessä on mahdollista luoda osaluettelo piirikaaviosuunnitelmassa käytetyistä komponenteista.

Valitaan CADS Planner Electricin yläosasta alavetovalikko, joka löytyy ohjelmasta pikaohje valintamerkin vierestä.

Kuvassa 4 havainnollistetaan mistä kyseessä oleva valikko CADS Planner Electricistä löytyy.



Kuva 4.

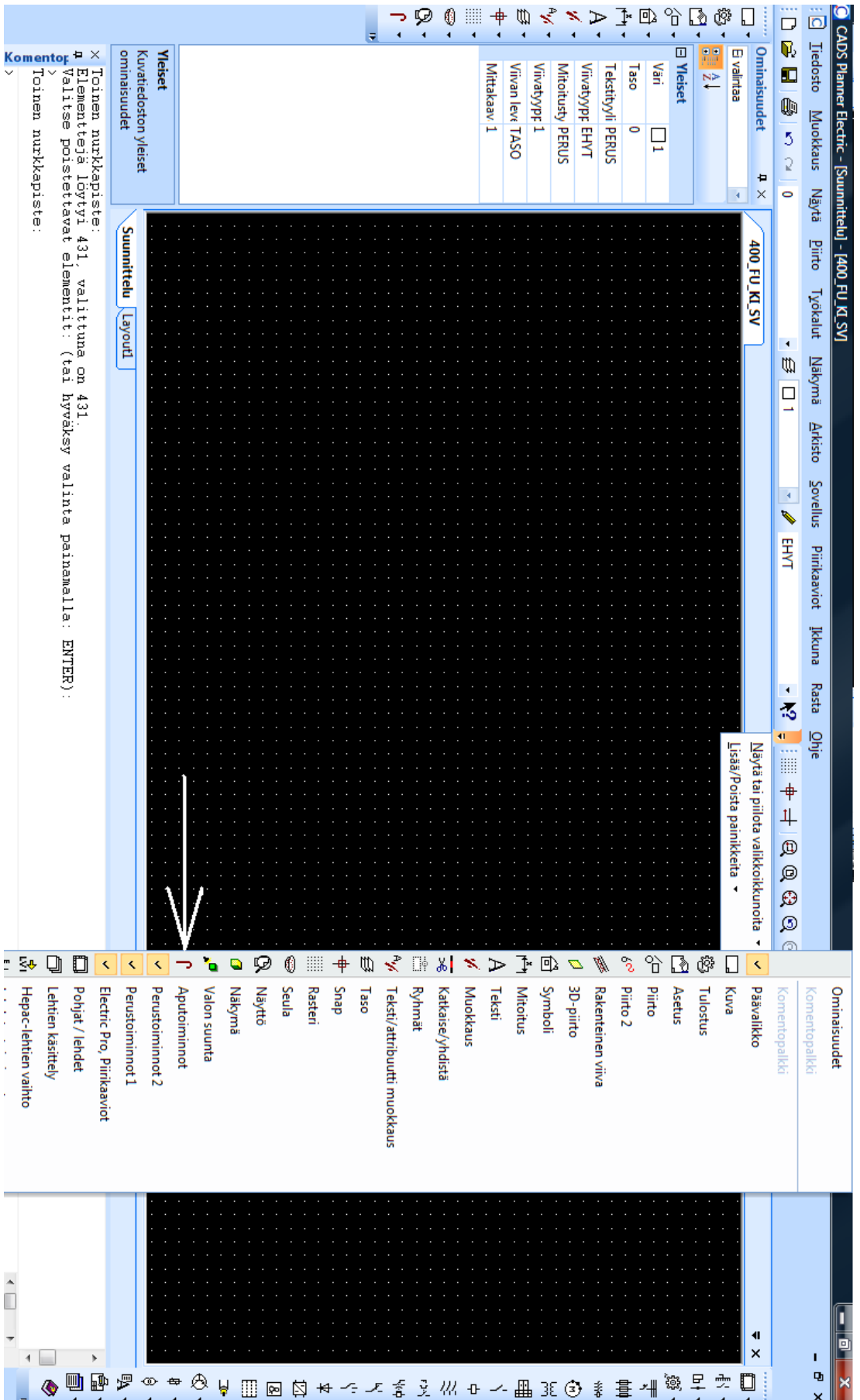
8.1.2 Komennon antaminen

Alasvetovalikon auetessa tulee esiin vaihtoehdot, ”näytä tai piilota valikkoikkunoita” ja ”Lisää / Poista painikkeita”. Vaihtoehdoista valitaan ensimmäinen, ”näytä tai piilota valikkoikkunoita”, josta avautuu lista komentoja. Komennoista valitaan ”aputoiminnot”

Vaihtoehtoisesti ”aputoiminnot” valikon saa esiin painamalla hiiren oikeanpuolista näppäintä alasvetovalikon tai pikaohjeen päällä. Hiiren oikeinpuolisen painikkeen painalluksen jälkeen avautuu pitkä lista komentoja, josta siis valitaan ”aputoiminnot”.

”Aputoiminnot” ikkuna ei poistu ensimmäisen valinnan jälkeen. Ikkuna jää kuvaan, mutta on siirrettävissä pois kuvan tieltä, että se ei häiritse itse suunnittelutyötä. Tätä ikkunaa ei kannata sammuttaa, sillä sitä tullaan tarvitsemaan osaluettelon luonnin edetessä. Ikkuna voidaan siirtää CADS Planner Electricin työkaluriville, jossa se ei ole edessä. Riippuen ohjelman käyttäjän mieltymyksistä järjestellä CADS Planner Electricin käytettävyyttä, voi ikkunan jättää kuvaankin.

Kuvassa 5 näkyy alasvetovalikko kokonaisuudessaan sekä osaluettelon luonnin seuraavan vaiheen linkki, ”aputoiminnot”.

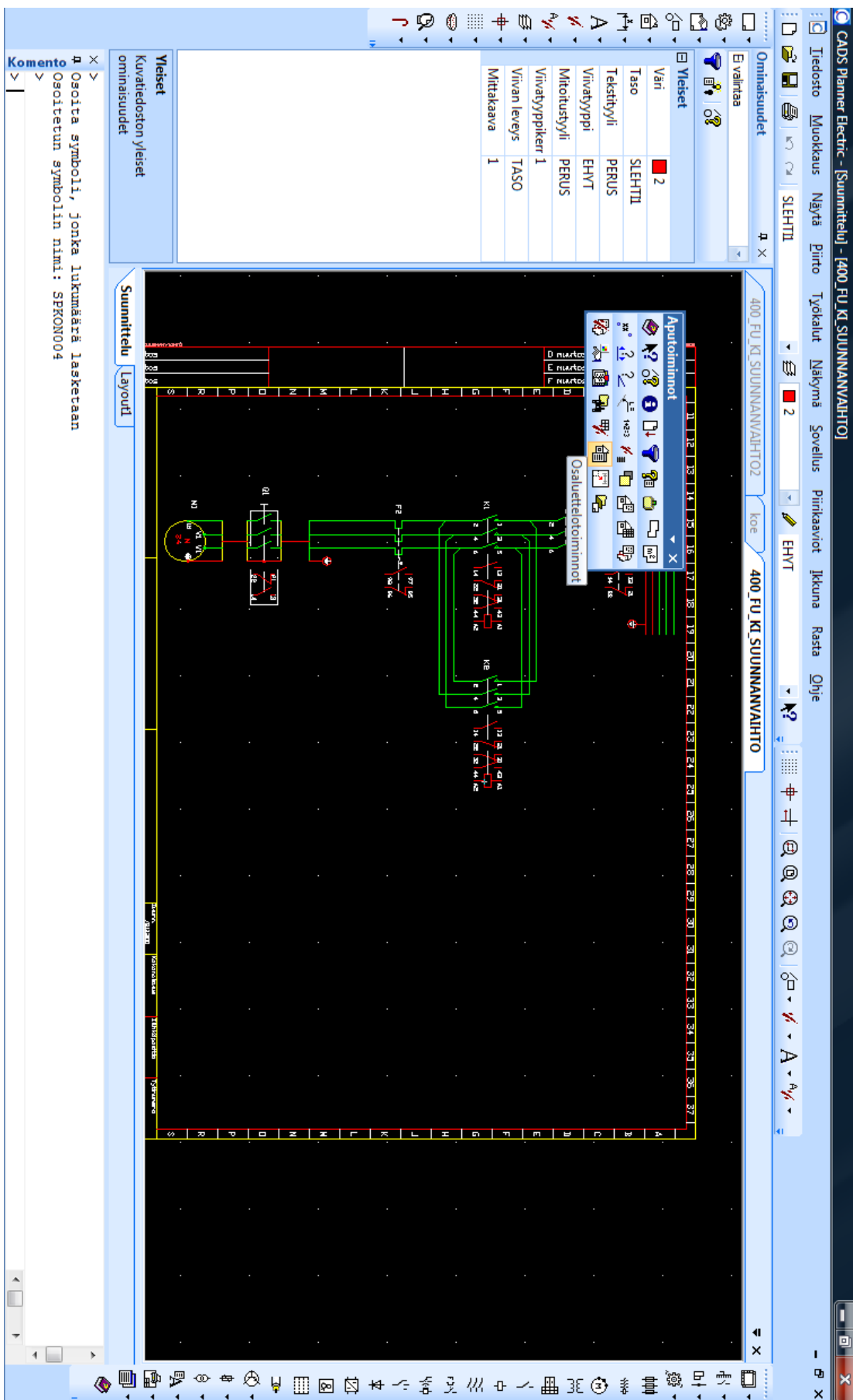


Kuva 5.

8.1.3 Osaluettelotoiminnot

Kun ”aputoiminnot” ikkuna on saatu auki, tulee valita ikkunasta kuvake, jonka päällä, hiirellä osoitettaessa, lukee ”osaluettelotoiminnot”.

Kuvassa 6 havainnollistetaan ”aputoiminnot” ikkuna ja siitä löytyvä ”osaluettelotoiminnot” linkki.

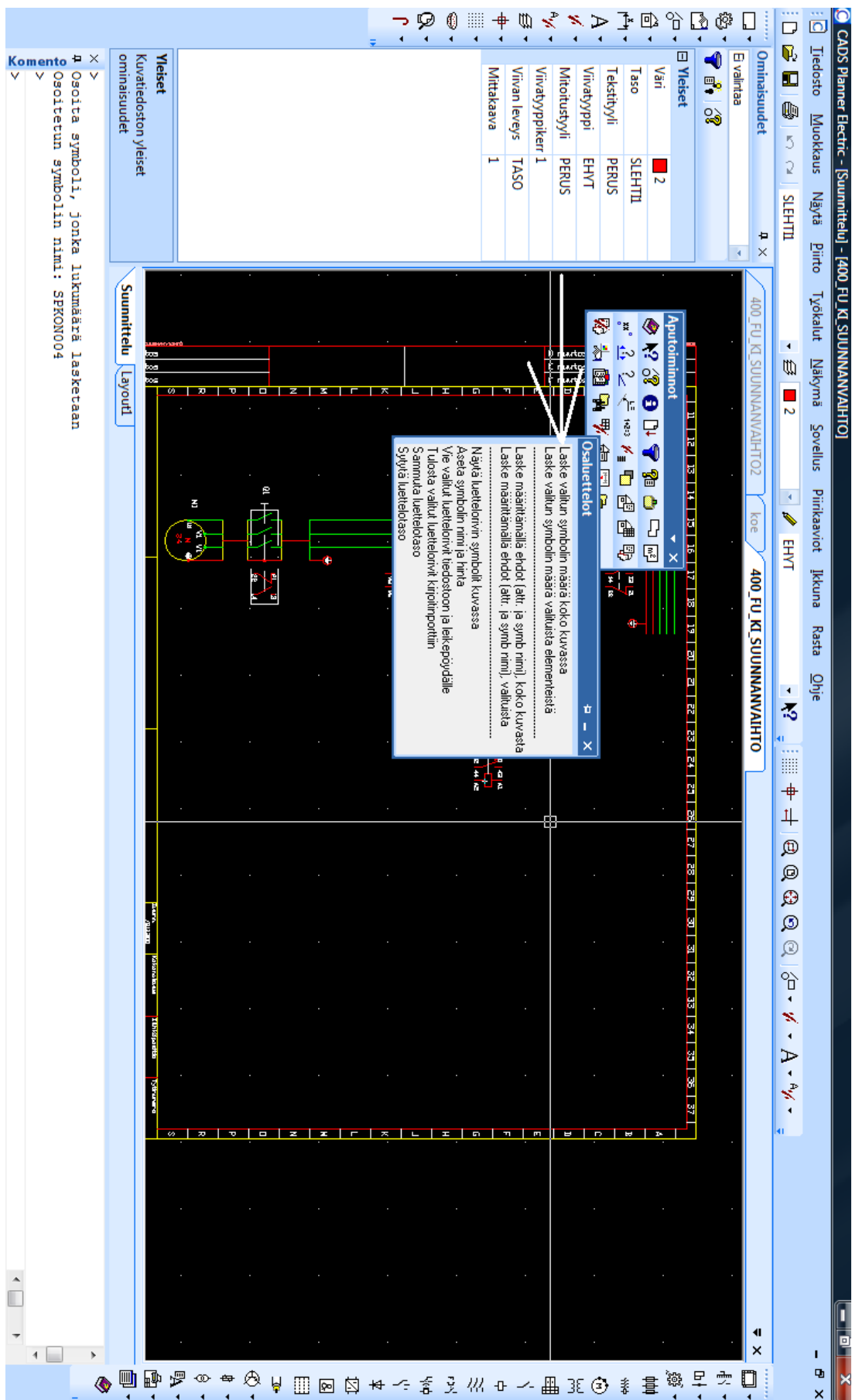


Kuva 6.

8.1.4 Symbolin valinta

Painettaessa ”osaluettelotoiminnot” painiketta avautuu esiin uusi lista erilaisia osaluettelotoimintoja. Avautuneesta listasta valitaan kohta ”Laske valitun symbolin määrä koko kuvassa”.

Kuvassa 7 esitetään ”osaluettelotoiminnot” linkin alta avautuvaa valikkoriviä ja havainnollistetaan seuraavaan osuuteen vievän linkin sijainti, ”Laske valitun symbolin määrä koko kuvassa”.



Kuva 7.

8.1.5 Osaluetteloon kirjattavat tiedot

”Laske valitun symbolin määrä koko kuvassa” painikkeen painamisen jälkeen ohjelma pyytää osoittamaan symbolia joka lasketaan. Tällä toiminnolla pystytään laskemaan yhden osoitetun symbolin lukumäärä koko kuvassa. Laskettavan symbolin osoituksen jälkeen näyttöön tulee ikkuna, jossa ohjelma pyytää antamaan symbolille nimen ja hinnan. Tässä kohtaa annetaan valitulle symbolille nimi ja osan hinta.

Kuvassa 8 havainnollistetaan ikkuna, joka aukeaa ”laske valitun symbolin määrä koko kuvassa” linkin valinnan jälkeen.

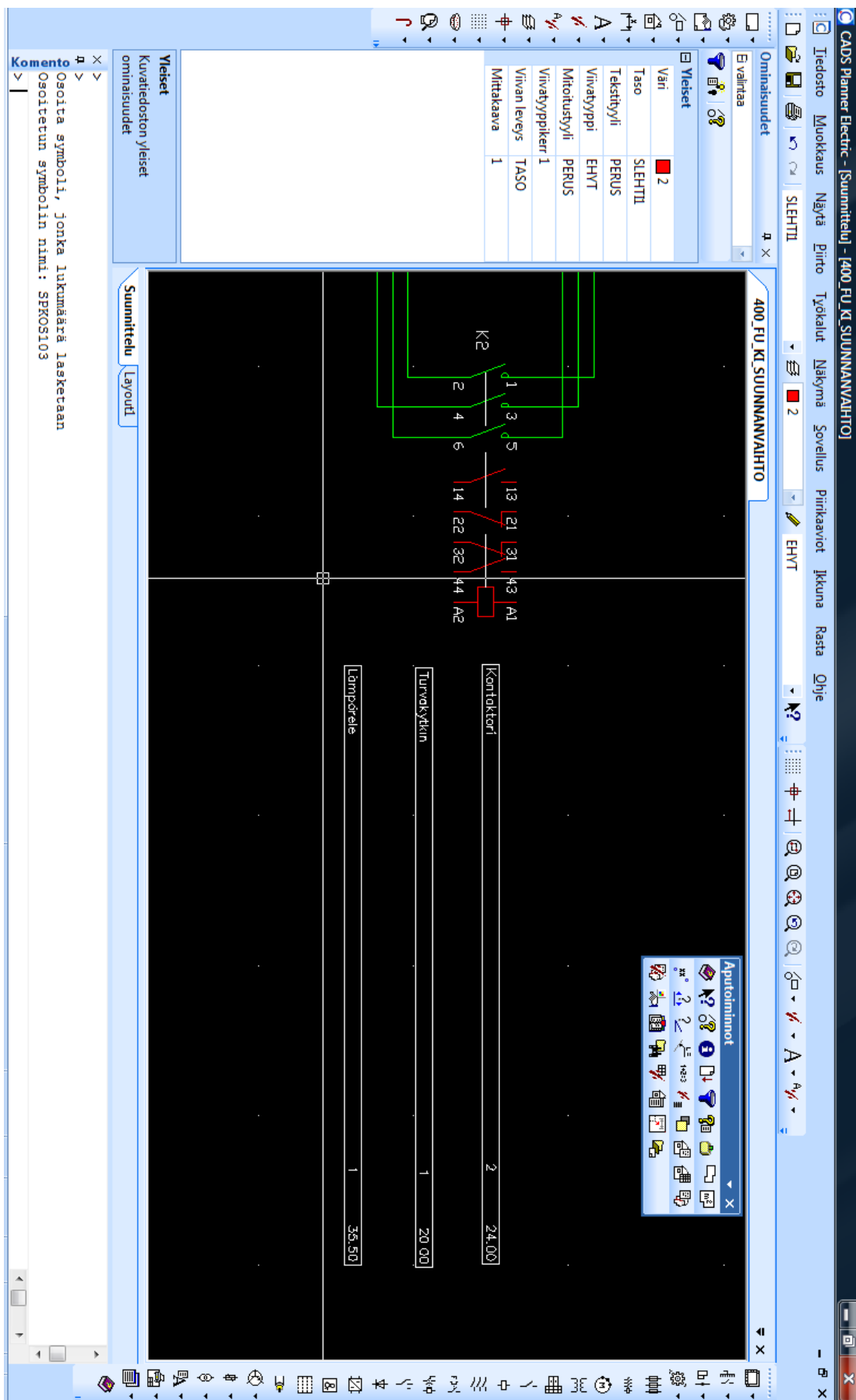
8.1.6 Luettelorivi

Kun valitulle symbolille on annettu haluttu nimi sekä hinta, tulee hiiren nimiökenttä, eli luettelorivi, jossa näkyy symbolin nimi, kappalemäärä ja yhteen laskettu hinta. Tämä nimiökenttä tulee sijoittaa kuvaan.

Nimiökentän voi sijoittaa mihin tahansa kuvan osaan, yleensä symbolin viereen, mutta tilanpuute tulee silloin tällöin esteeksi jolloin nimiökentän voi, ja on suositeltavaa, sijoittaa myös kaaviokuvan ulkopuolelle.

Kaaviokuvan ulkopuolelle sijoitettaessa nimiökentät voidaan laittaa hyvään järjestykseen allekkain. Tällöin nimiökenttiä on jatkossa huomattavasti helpompi hallita ja myöhemmässä vaiheessa tapahtuva nimiökenttien valinta voidaan tehdä huomattavasti helpommin ilman liikkumista kuvan alueella.

Kuvassa 9 esitetään syntyneet nimiökentät osanimineen, kappalemäärineen ja hintoineen sekä mallinnetaan sijoitusmahdollisuuksia. Kuvassa nimiökentät ovat sijoitettuna kaaviokuvaan.

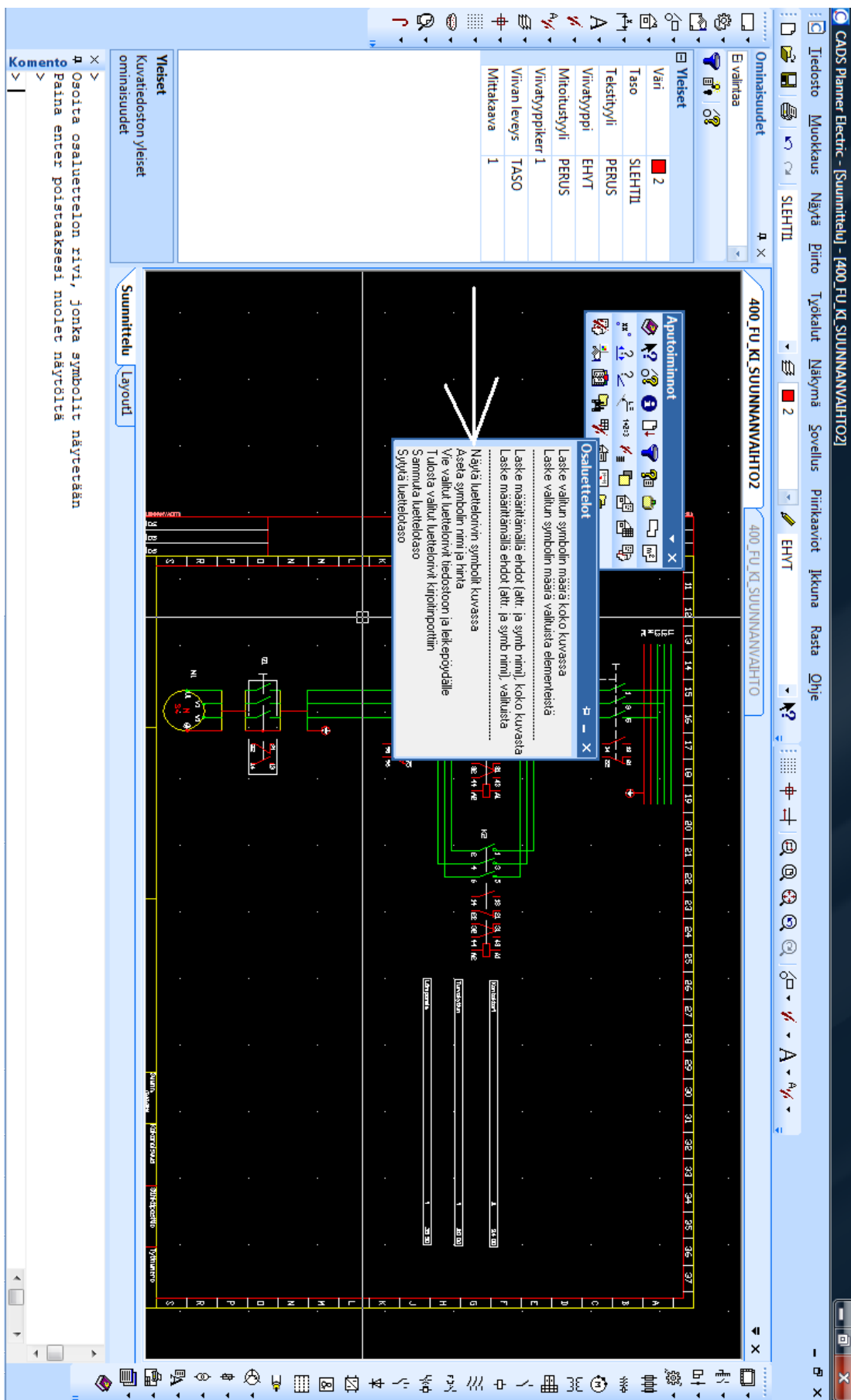


Kuva 9.

8.1.7 Luettelorivin symbolit

Luetteloriviin linkitetyt symbolit saadaan myöhemmin esiin valitsemalla ”aputoiminnot” ikkunasta, ”osaluettelotoiminnot” linkin takaa kohta ”näytä luettelorivin symbolit kuvassa”.

Kuvassa 10 esitetään ”näytä luettelorivin symbolit kuvassa” linkin sijainti.



Kuva 10.

8.1.8 Symbolirivin osoitus

”Näytä luettelorivin symbolit” linkin valinnan jälkeen ohjelma pyytää käyttäjää osoittamaan luettelorivin, johon linkitetyt symbolit lasketaan ja osoitetaan.

Hiirellä osoitetaan haluttua luetteloriviä, jolloin ohjelmaan avautuu ikkuna, jossa ilmoitetaan luetteloriviin osoitetun symbolin määrä kuvassa.

Kuvaan tulee myös suuret keltaiset nuolet osoittamaan valittua luetteloriviä sekä siihen linkitetyn symbolin sijaintia / sijainteja kuvassa. Nuolet saadaan poistumaan kuvasta painamalla näppäimistöä esc tai enter näppäintä. Enter näppäintä painamalla CADS Planner Electricin automaattitallennus suorittaa tallennuksen.

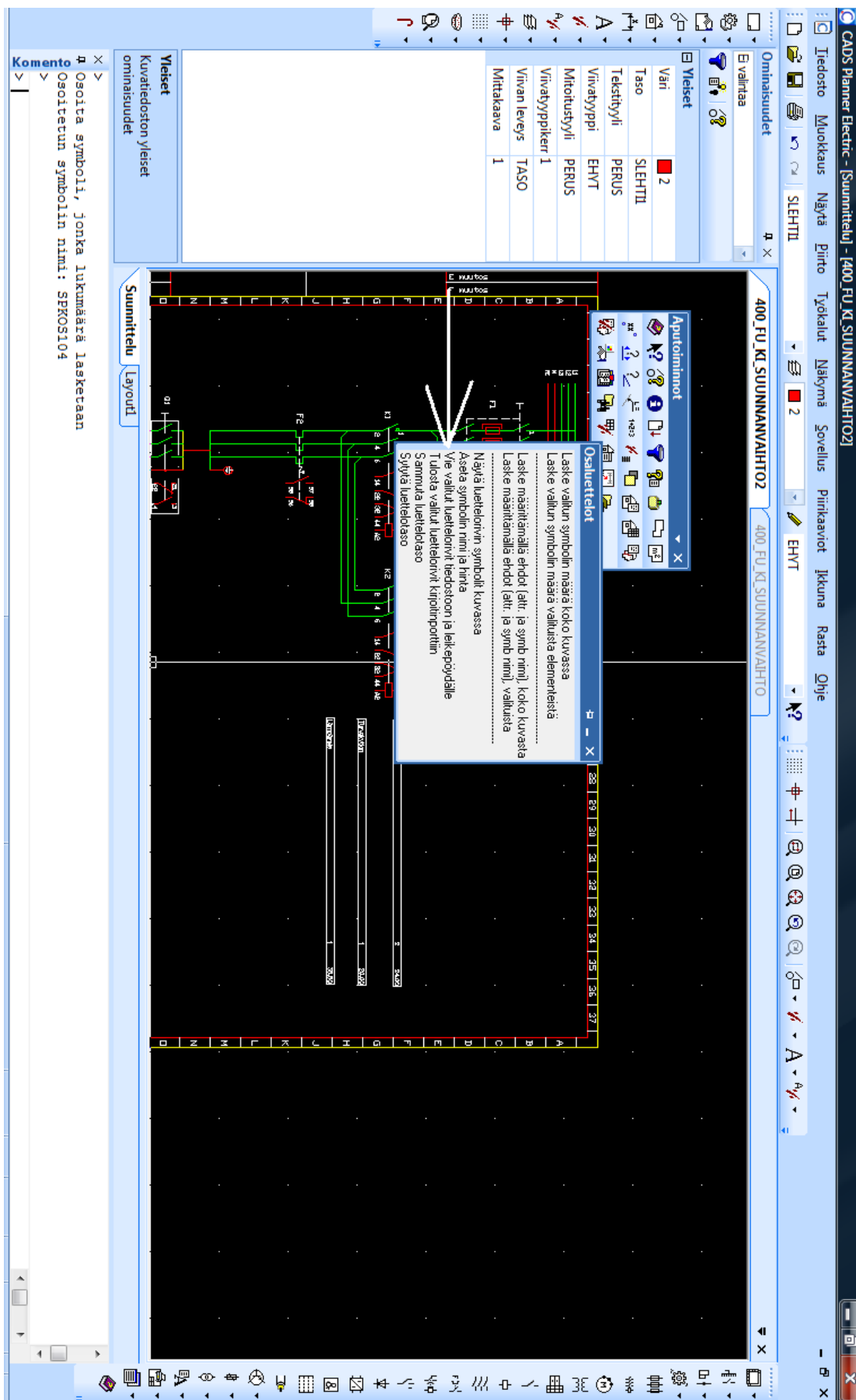
Kuvassa 11 on suoritettu luettelorivin valinta. Valittu luettelorivi on ”kontaktori”. Nuolet osoittavat valittua luetteloriviä sekä siihen linkitetyn symbolin määrää kuvassa. Kuvaan avautunut ikkuna kertoo, että kuvasta löytyy kaksi kappaletta valitun luettelorivin symbolia.

8.1.9 Luettelorivien vienti tiedostoon

Luettelorivien luonnin jälkeen luetteloriveistä voidaan luoda luettelo viemällä luettelorivit ja niiden tiedot esimerkiksi Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmaan.

Ensin avataan ”aputoiminnot” ikkunasta ”osaluettelotoiminnot” linkki, josta avautuu uusi valikko erilaisia komentoja. Avautuneesta valikosta valitaan kohta ”vie valitut luettelorivit tiedostoon ja leikepöydälle”

Kuvassa 12 esitetään linkin ”vie valitut luettelorivit tiedostoon ja leikepöydälle” linkin löytyminen.



Kuva 12.

”Vie valitut luettelorivit tiedostoon ja leikepöydälle” linkin valinnan jälkeen ohjelma pyytää käyttäjää nimeämään osaluettelon tiedoston tallentamista varten. Tässä vaiheessa käyttäjä voi myös määrätä sijainnin, mihin tiedosto tullaan tallentamaan. Käyttäjä tallentaa tiedoston haluamallaan nimellä haluamaansa paikkaan.

Tallennuksen jälkeen ohjelma pyytää osoittamaan ne osaluettelorivit, jotka kirjataan tallennettavaan tiedostoon.

Osaluettelorivin / osaluettelorivien osoituksen jälkeen ohjelma pyytää käyttäjää hyväksymään komennon painamalla näppäimistöään enter-näppäintä. Enter-näppäimen painamisen jälkeen ohjelma ilmoittaa käyttäjälleen tallennuksen olevan valmis ja sen tapahtuneen käyttäjän aiemmin osoittamaansa kohteeseen. Ohjelma ilmoittaa myös, että tiedosto on tallennettu leikepöydälle ja on täten vietävissä nopeasti eri taulukko- / tekstinkäsittelyohjelmiin.

8.1.10 Osaluettelo Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmassa

Osaluettelorivien valinnan jälkeen voidaan tiedot viedä Microsoft Excel taulukkolaskentaohjelmaan. Kuten edellisessä vaiheessa tuli ilmi, niin CADS Planner Electric kopioi osaluettelorivien tiedot myös leikepöydälle. Tiedot voidaan siis tuoda nopeasti liitä-komennolla Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmaan, olettaen tietysti, ettei osaluettelorivien tallennuksen jälkeen leikepöydälle ole tehty uusia tallennuksia, jotka siis kumoavat aiemmat leikepöydälle tehdyt tallennukset. Siinä tapauksessa osaluettelo voidaan avata myös tietokoneen kohteesta, minne käyttäjä osaluettelorivien tallennuksen yhteydessä on tallennuksen määrännyt.

Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelma asettaa osaluettelorivit allekkain ja tiedot, nimi, hinta ja määrä tulevat jokainen omaan soluunsa.

Kuvassa 13 havainnollistetaan mahdollinen valmis osaluettelo tietoineen.

Työkirja1 - Microsoft Excel ei-kaupallinen käyttö

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	Lämpörele	135,50																	
2	Turvakytkin	1 20,00																	
3	Kontaktori	2 24,00																	
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			

Valmis

Kuva 13.

8.1.11 Osaluettelon luominen jatkossa.

Seuraavan piirustuksen osaluetteloa luotaessa ei tarvitse enää nimetä eikä hinnoitella osia erikseen. Kertaalleen nimetyt osat säilyttävät annetun nimen ja hinnan jatkossa. Osaluettelon luonti on siis täten entistä nopeampaa ja helpompaa jatkossa.

Osaluettelotoimintojen ”laske valitun symbolin määrä koko kuvassa” komento laskee osoitetut symbolit koko piirikaaviosta. Toiminto siis laskee halutut symbolit myös piirikaavion muista lehdistä, eikä vain osoitetun lehden alueelta.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisia mahdollisuuksia suunnittelu- ja piirtämistyön helpottamiseksi.

Ensimmäisenä tavoitteena oli selvittää mahdollisuutta piirikaavioiden automaattiseen luomiseen, Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmaa apuna käyttäen. Tutkimustuloksena voidaan todeta, että ohjelman omilla komennoilla tämä ei ole suoraan mahdollista. Tutkimuksessa kävi ilmi, että moni kotimainen yritys tarjoaa erilaisia ohjelmistosovelluksia sekä räätälöityjä ratkaisuja CAD-ohjelmiin. Työssä listasin useita tällaisia yrityksiä.

Toisena tavoitteena oli tutkia mahdollisuutta osaluettelon automaattiseen luomiseen suunnittelutyön edetessä. Tutkimustuloksena voidaan osittain todeta sama, kuin ensimmäisen tavoitteen kohdalla. Tutkimuksessa kävi kuitenkin ilmi, että osaluettelo voidaan luoda ohjelman omilla komennoilla. Työssä esittelin yhden tavan luoda osaluettelo. Tämä tapa siis helpottaa jonkinverran osaluettelon tekoa, kun jokaista komponenttia ei sinne erikseen tarvitse kirjata.

Tutkimustyö oli mielestäni melko laaja-alainen, eikä sitä enää oikein olisi voinut laajentaa. Paljon varmasti jäi mahdollisuuksia tutkimatta, mutta raja oli pakko vetää jonnekin, ettei tutkimuksen laajuus olisi karannut täysin käsistä. Tutkimuksessa saatiin kuitenkin vedettyä aika paljon pois laskuista, sekä etsittyä ja listattua mahdollisia ohjelmatoimittajia.

LÄHTEET

- /1/ Satmatic Oy:n www-sivut. Viitattu 2.12.2010.
<http://www.satmatic.fi/fi/satmatic.html>
- /2/ Kymdata Oy:n www-sivut. Viitattu 11.12.2010. <http://www.cads.fi/fi>
- /3/ CADs Planner Electric Piirikaaviot-sovellus. Viitattu 11.12.2010.
- /4/ Sulkanen, A. AN-Cadsolutions. CADs. Vastaanottaja:
mika.tammela@student.samk.fi. Lähetetty 2.2.2011 klo 13.29. Viitattu 2.2.2011
- /5/ Wikipedia. Viitattu 15.2.2011 <http://fi.wikipedia.org/wiki/Piirikaavio>
- /6/ Ruppaa, E., Perkiö, T. 1996. Sähkötekniinen dokumentointi. Helsinki: Opetushallitus.
- /7/ Jumpponen, E. 2001. Sähköpiirustuskirja. 5.uud. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
- /8/ Wikipedia. Viitattu 21.3.2011. http://fi.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel
- /9/ Informaatioteknologia – Jyväskylän yliopiston tiedekunnan ja avoimen yliopiston www-sivut. Viitattu 21.3.2011 <http://appro.mit.jyu.fi/doc/tiedonhallinta/vba/>
- /10/ AN-Cadsolutions:n www-sivut. Viitattu 20.4.2011. <http://www.an-cadsolutions.fi/>
- /11/ CAD-Q:n www-sivut. Viitattu 27.4.2011 <http://www.cad-q.fi/index.php/cad-q/cad-q/1635>
- /12/CAD-Expert Oy:n www-sivut. Viitattu 27.4.2011
<http://www.cadexpert.fi/yritys/yritys.htm>
- /13/ CADPower Oy:n www-sivut. Viitattu 27.4.2011
<http://www.cadpower.fi/index.php?si=cadpower>
- /14/ Cadweiser Oy:n www-sivut. Viitattu 29.4.2011
<http://www.cadweiser.net/fi/?Cadweiser>
- /15/ Suomen virtuaaliammattikorkeakoulun www-sivut. Viitattu 3.5.2011
www.amk.fi
- /16/ Ollikainen, V. 1980. Sähköpiirustukset 1. Lahti: Sähkökirja.
- /17/ Ylinen, T., Kauppila, J., Tiainen, E. 2009. Sähköasennukset 3. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.

LIITE 1

1M1, Suora moottorilähtö

Moottori	Teho KW	Virta A	Tyyppi	Jännite V	Ohjaus osoite
M1	0,75		1M1	400	
M2	1,5		1M1	400	
M3	3		1M1	400	
M4	5,5		1M1	400	
M5	7,5		1M1	400	
M6	10		1M1	400	

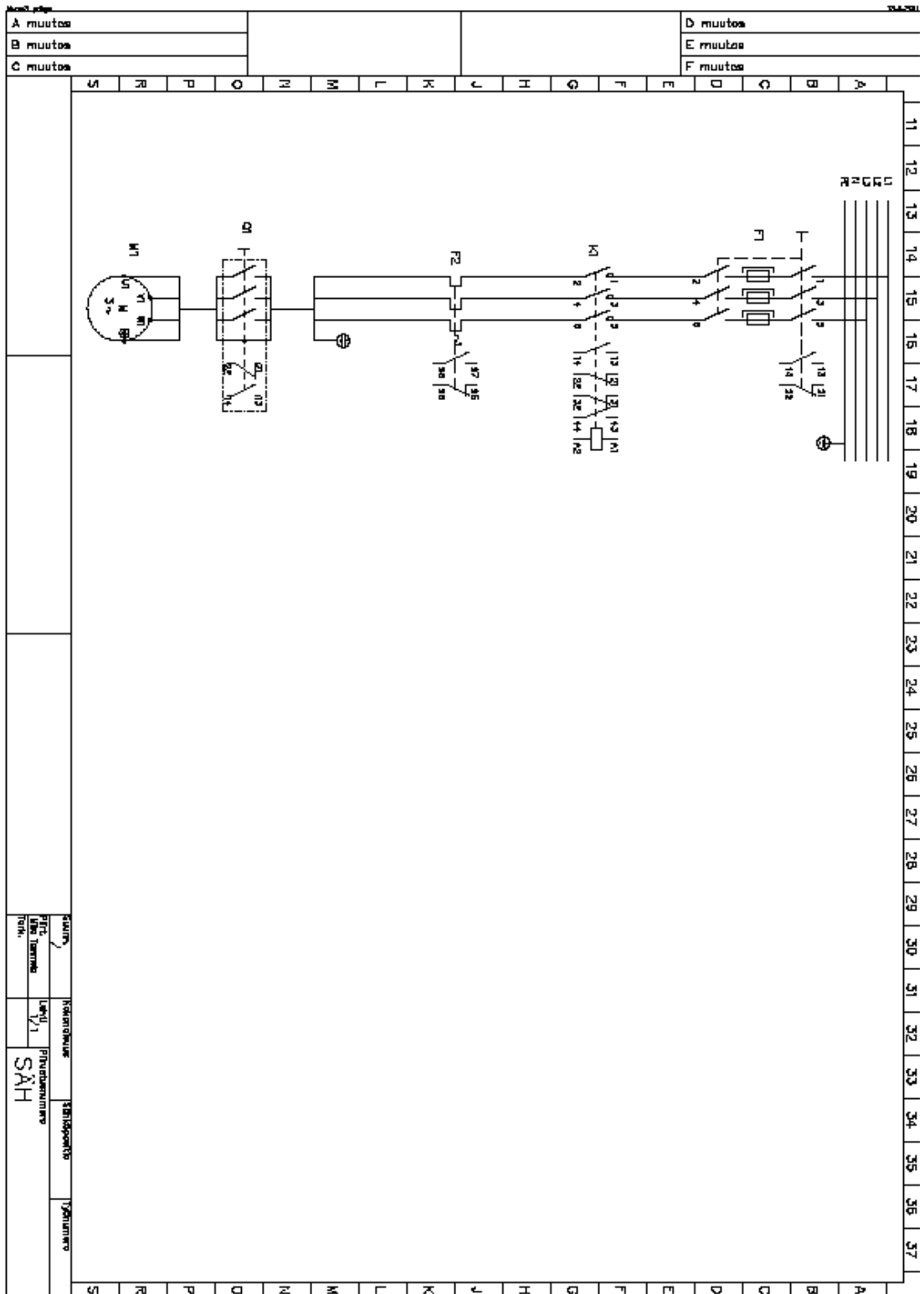
1M2, Suunnanvaihto

Moottori	Teho KW	Virta A	Tyyppi	Jännite V	Ohjaus osoite
M1	0,75		1M2	400	
M2	1,5		1M2	400	
M3	3		1M2	400	
M4	5,5		1M2	400	
M5	7,5		1M2	400	
M6	10		1M2	400	

1M3, Taajuusmuuttaja

Moottori	Teho KW	Virta A	Tyyppi	Jännite V	Ohjaus osoite
M1	0,75		1M3	400	
M2	1,5		1M3	400	
M3	3		1M3	400	
M4	5,5		1M3	400	
M5	7,5		1M3	400	
M6	10		1M3	400	

LIITE 2



SÄHKÖ	KÄSIRITUS	KÄSIRITÄJÄ	PÄIVÄMÄÄRÄ	SÄHKÖ
Proj. luoja	1/1	1/1		
Proj. tarkk.				

LIITE 4

