

Antti Ruohonen

T060SN2

Sähkösuunnitteluvaiheiden standardointi ja ohje


Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma

2013




MAMK
University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä
Tekijä(t) Antti Ruohonen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma
Nimeke Sähkösuunnitteluvaiheiden standardointi ja ohje		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Etteplan Design Center Kouvola. Työn aihe, suunnitteluvaiheiden standardointi ja ohje lähti tarpeesta luoda yhtenevä ohje suunnittelutyössä käytettävien työkalujen käyttöön. Ohjeen teon ajankohta osui hyvin juuri uuden suunnittelujärjestelmän käyttöönoton jälkeen, jolloin järjestelmän käyttöön ei ole vielä useimmilla työntekijöillä tullut rutiineja, joita olisi vaikea muuttaa.</p> <p>Työn tavoitteena oli, että standardin mukaan tehdyt kuvat ja muut dokumentit olisi aina samantyyllisiä. Toisena päätavoitteena oli saada suunnittelujärjestelmän käyttöön hyvä systeemi, josta näkee kätevästi jos joissakin piireissä tai komponenteissa on epäselvää.</p> <p>Standardin luominen alkoi tutustumalla yrityksen käytössä oleviin ohjelmiin, niiden ominaisuuksiin, sekä mitä kokonaisuuksia niillä tehdään. Tämän jälkeen täytyi tutustua itse suunnitteluun ja miten se toteutetaan. Esimerkkikohteena toimi työn alla ollut kattilalaitoksen suunnittelu, johon suunniteltiin pääasiassa piirikaaviot, sekä layout kuvat.</p> <p>Työn lopputuloksena tehty suunnitteluohje toimii Kouvolan toimiston suunnitteluohjeena ja sitä päivitetään jatkuvasti, aina kun käyttöön otetaan uusia ohjelmia tai huomataan tehokkaampi työskentelymenetelmä. Työn tavoite saavutettiin kohteena olleiden osa-alueiden osalta, mutta valmis suunnitteluohje tulee olemaan vasta kun se on ollut käytössä useammassa projektissa.</p>		
Asiasanat (avainsanat) Standardi, sähkösuunnittelu, tietokantapohjainen suunnittelu, sähköpiirustus.		
Sivumäärä 23	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Hannu Honkanen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Etteplan Design Center Oyj, Kouvola	

DESCRIPTION

 <p>MAMK University of Applied Sciences</p>	Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Antti Ruhonen	Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis		
Standardization of electrical design process and guide.		
Abstract		
<p>This bachelor thesis was assigned by Etteplan Design Center Kouvola. Subject of this thesis, standardization of electrical design process and guide related to process, was needed to develop for the company. Timing for creating guide was good, because Etteplan had just started to use their new design system. New design system made it easier to fellow designers to follow the guide, because there wasn't developed any strong routines for the program use.</p> <p>The objective of this work was that all drawings and documents made by following the standard would be similar. Another main objective was to develop good practice for the design system use, where can be seen conveniently if there are uncertainties in some circuits or components.</p> <p>The developing of the standard began by looking at the programs that company uses, their features and for what purpose. Designing process of a boiler plant, which was in the works, was used as an example.</p> <p>Objective of this bachelor thesis was met well, but guide won't be finished until it is tested with several projects.</p>		
Subject headings, (keywords)		
Standard, electrical design, database based design, electrical blueprints		
Pages	Language	URN
23	Finnish	
Remarks, notes on appendices		
Tutor	Bachelor's thesis assigned by	
Hannu Honkanen	Etteplan Design Center Oyj, Kouvola	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	ETTEPLAN DESIGN CENTER	2
3	SÄHKÖSUUNNITTELU	3
3.1	Suunnittelun kohdealueet.....	3
3.1.1	Keskukset.....	3
3.1.2	Keskuskojeet	4
3.1.3	Moottorit, lämmittimet ja muut kuormat	5
3.1.4	Kenttälaiteet	6
3.1.5	Kaapelit	6
3.1.6	Kaapelireitit.....	7
3.1.7	I/O-tieto.....	7
3.2	Suunnittelun tavoitteet.....	7
3.3	Suunnittelutarpeen kartoittaminen.....	8
4	OHJELMISTOT.....	9
4.1	AutoCad.....	9
4.2	Microsoft Access	10
4.3	ELSA	10
4.4	Ettepro.....	10
4.5	Microsoft Excel	10
4.6	Navisworks Freedom	11
4.7	Muut ohjelmat.....	11
5	TIETOKANTASUUNNITTELU	12
5.1	Suunnittelujärjestelmän käyttö (ELSA).....	12
5.2	PI-kaavioiden ja 3D-mallien käyttö.....	15
5.3	Aloitussmallit	16
5.4	Piirikaavioon liittyvien dokumenttien luominen	18
5.4.1	Piirikaavioiden luominen	18
5.4.2	Luetteloiden luominen	18
5.5	Layout-kuvat.....	19
6	STANDARDIN LUOMINEN	22
7	POHDINTA	23

1 JOHDANTO

Suunnittelu- kuten kaikkien muiden töiden kilpailun koventuessa tulee työn olla entistä tehokkaampaa, jotta yritys pysyy kehityksessä mukana ja säilyttää markkina-asemansa. Työn tehostamiseksi käytännössä kaikki suunnittelutyöt tehdään tietokoneen avulla. Ohjelmistoja käytetään useita rinnakkain täydentämään toisiaan, joista osa on suurten yritysten julkaisemia, kun taas toiset voivat olla vain yhden toimiston käytössä. Ohjelmia kehitetään jatkuvasti, joten jotkin käytännöt voivat muuttua melko tiheästikin.

Opinnäytetyöni tavoitteena on luoda standardi suunnittelutyön eri vaiheisiin, sekä kirjoittaa siitä selkeä ohje. Eri ohjelmistojen tulee toimia selkeästi rinnakkain, ja vastuuksien tulee olla selkeitä.

Valmiiden dokumenttien kannalta standardi selkeyttää lopullisia dokumentteja, ja näin asiakkaalle saadaan aina samantyyliä kuvia ja listoja. Tämä helpottaa asiakaan työtä huomattavasti, etenkin jos samalle asiakkaalle tulee useampia suunnitelmia.

Työvaiheiden standardointi helpottaa suunnittelijoiden yhteistyötä. Useimmissa projekteissa moni suunnittelija tekee samaa projektia. Selkeän standardin ja ohjeen yhtenä pääasiallisena tehtävänä on estää saman työn tekeminen monen työntekijän osalta ja näin ollen eliminoida turhaa työtä. Toinen tärkeä huomioon otettava seikka on, että kaikki pysyvät ajan tasalla tehdyistä, tekemättömistä ja keskeneräisistä töistä. Kesken-eräiset tai puutteellisilla tiedoilla lisätyt piirit tai muut komponentit tulisi myös merkitä johonkin siten, että ne on helppo huomata.

2 ETTEPLAN DESIGN CENTER

Työn toimeksiantajana toimii Etteplan Design Center Kouvolan toimisto. Etteplan on suomalaislähtöinen teollisten laitteistojen suunnitteluun, teknisiin informaatio ratkaisuihin ja palveluihin erikoistunut asiantuntijayritys. Etteplan on perustettu vuonna 1983 Hollolassa, jossa yhtiön päätoimipiste sijaitsee edelleen. Vuonna 1989 se työllisti jo yli 200 henkeä. Tällä hetkellä yrityksellä on toimipisteitä yli 40, pääasiassa Suomessa ja Ruotsissa, mutta yksittäisiä toimipisteitä on myös Alankomaissa, Tanskassa, Kiinassa ja Yhdysvalloissa, joissa se työllistää lähes 1800 suunnittelijaa ja asiantuntijaa. Vuonna 2012 Etteplanin liikevaihto oli 134,5 miljoonaa euroa. Osake on listattu Helsingin pörssissä (NASDAQ OMX Helsinki Oy) tunnuksella ETT1V /1/.

Etteplan on yksi johtavista teollisen laite- ja konesuunnittelun ja teknisen tuoteinformaation palveluja tarjoavista yrityksistä Pohjoismaissa. Lisäksi yhtiöllä on vahva markkina-asema Kiinassa. Yhtiön vahva markkina-asema perustuu seuraaviin kilpailuetuihin: asiakaslähtöisyys ja ennakointi, kustannustehokkaat palveluratkaisut ja tuotteiden ja palveluiden kilpailukykyisyys. Etteplanin toimintamalli kulminoituu kolmeen pääarvoon, jotka ovat asiakastyytyväisyys, henkilöstön hyvinvointi ja ammattitaitoinen toimintatapa.

Etteplan Design Center Oy Kouvolan toimisto on perustettu vuonna 1993 LCA Engineering Oy –nimellä, ja vuodesta 2007 se on ollut osa Etteplan Oyj -konsernia. Kouvolan toimisto palvelee erityisesti puunjalostus- ja muuta teollisuutta sekä palvelee myös kone- ja laitetoimittajia. Kouvolan toimipiste tarjoaa laaja-alaisesti suunnitteluosaamista monilta aloilta. Toimipiste sisältää sähkö-, automaatio-, energia-, prosessi-, mekaniikka-, LVI- ja tehdassuunnittelun työllistäen noin 60 henkilöä. Sähkö- ja automaatio-osaston toimialueeseen kuuluvat seuraavat palvelut: prosessisähköistysten ja -automaation suunnittelu kokonaisuudessaan ja niihin liittyvä konsultointi, rakennussähköistys ja -automaatio, sovellussuunnittelu, asennusten valvonta ja käyttöönotto sekä tele- ja turvatekniikka./1/



KUVA 1. Etteplan-logo

3 SÄHKÖSUUNNITTELU

Sähkösuunnitteluun sisältyy kaikki sähköasennuksiin ja laitteisiin liittyvät asiat. Suunnittelu on yksi eniten vaikuttavimmista osista työkohteen lopputulokseen. Sähköisten ratkaisujen valinta vaikuttaa kohteen toimivuuteen, käyttömukavuuteen sekä energiatehokkuuteen ja näin ollen kohteen käyttö- ja huoltokustannuksiin. Hyvä sähkösuunnitelma myös helpottaa asennustöitä ja näin ollen rajoittaa kokonaiskustannuksia. Suunnitelmaa tehdessä käytetään yleensä apuna jotain CAD-ohjelmistoa, jolla tekniset piirustukset tehdään.

3.1 Suunnittelun kohdealueet

Sähkösuunnittelija mitoittaa ja valitsee kaikki sähköistykseen liittyvät tarvikkeet ja komponentit yksittäisistä valaisintyypeistä käytettäviin kaapelireitteihin. Asiakkaan toiveet tulee tietenkin ottaa huomioon, lähinnä laitteita valittaessa. Myös yleiset sähköturvallisuusmääräykset vaikuttavat monissa tilanteissa, kuten laitteiden kotelointi- ja kestävyysvaatimuksissa.

3.1.1 Keskukset

Yksi tärkeimmistä suunnittelun osa-alueista on keskuksien suunnittelu. Pääkeskus, kuin myös jakokeskukset, tulee mitoittaa tarvittavien lähtöjen ja käyttöasteen mukaan riittäviksi, sekä lähtöjä tulee varata tietty määrä ylimääräisiä. Pääkeskus sisältää lähes poikkeuksetta mittarin sähkönkulutuksen mittaamiseksi.

Keskuksen tyyppin valinnassa tulee ottaa huomioon sen käyttötarkoitus, sijainti ja ulkoiset vaatimukset. Yleensä asuinrakennuksissa käytetään pienen tehontarpeen vuoksi pieniä mittaus- tai ryhmäkeskuksia. Tällaiset keskukset vievät vain vähän tilaa, ja ne voidaan asentaa melko vapaasti mihin vain seinälle, yleensä kuitenkin ulko-oven läheisyyteen johonkin kuivaan tilaan.

Teollisuudessa ja suuremmissa rakennuskokonaisuuksissa yleisimmin käytetään kennokeskuksia. Kennokeskus vie jonkin verran tilaa, ja se sijoitetaan yleisesti erilliseen sähkötilaan muiden sähkötekniisten laitekokonaisuuksien kanssa. Tällaisten kes-

kusten suurimpina etuina on niiden helppo laajennettavuus, keskusta voidaan laajentaa lisäämällä siihen kennoja./2/



KUVA 2. Kennokeskus /3/

3.1.2 Keskuskojeet

Keskuskojeiksi kutsutaan kaikkia keskuksen sisällä olevia suojaus- ja ohjauslaitteita. Asuinrakennuksien keskuksat sisältävät yleensä vain johdonsuojia ja vikavirtasuojakytkimiä.

Teollisuudessa yhden moottori tms. sähkölähdön keskuskojeet on sijoitettu yhteen kennoon, josta kaapeli lähtee kentälle päin. Keskuskojeet mitoitetaan moottorin tehon ja sen ottaman virran mukaan. Yleisimmin käytössä olevia keskuskojeita ovat etukojeet, kontaktorit, erilaiset mittauslaitteet ja moottorinsuojat.

Yleensä etukojeet ovat erilaisia johdonsuojia ja kahvavarokkeita. Etukojeiden pääasiallinen tehtävä on suojata piirin sisältämiä laitteita ylikuormitukselta. Varokkeet toimivat myös piirin pääasiallisena virtakytkimenä. Johdonsuojia käytetään etukojeena pienillä virroilla, yleensä alle 25A, sekä jos etukojeelta ei vaadita mitään erikoisempia ominaisuuksia. Kahvavarokkeita käytetään lähes aina moottorilähdöissä ja sulakkeita on tarjolla monilla erilaisilla laukaisukäyrillä ja käytännössä kaikilla virtamäärillä.

Yleisesti suorilla moottorilähdöillä käytetään gG-sulakkeita ja taajuusmuuttajalähdöissä aM-sulakkeita.

Pääkontaktori toimii kuorman pääasiallisena ohjaimena silloin, kun ei käytetä taajuusmuuttajaa. Kaikki ohjauslaitteet liitetään pääkontaktorin kelan piiriin, joista yleisimpiä ovat rajakytkimet sekä manuaaliset kytkimet, kuten on/off-kytkimet ja hätäseispainikkeet.

Erilaiset mittalaitteet mittaavat yleensä kuormalle menevää virtaa tai muuta sähköistä suuretta. Tämä saatu tieto viedään kohteen järjestelmälle, josta käyttäjä näkee moottorin tietoja, esim. puhaltimen pyörimisnopeuden.

Moottorinsuojakytkimen tehtävä on suojata moottoria ylivirralla ja sitä kautta ylikuumenemiselta. Moottorinsuojakytkimeen voidaan asettaa erilaisia arvoja, joita voivat olla laukaisuvirta, joka määrittää moottorin ottaman maksimivirran, sekä käynnistysaika, jolloin moottorin voi hetkellisesti ottaa moninkertaista virtaa nimelliseen verrattuna.

3.1.3 Moottorit, lämmittimet ja muut kuormat

Moottorit muuttavat sähköenergian liike-energiaksi, jota voidaan käyttää erilaisissa voimaa tarvitsevilla sovelluksilla. Yleisimmin käytetään oikosulkumoottoreita, niiden hyvän hyötysuhteen, melko yksinkertaisen rakenteen ja huollon vähäisyyden vuoksi. Oikosulkumoottorin pyörivä liike perustuu vaihtosähkövirran roottorin ympärille muodostamaan pyörivään magneettikenttään./4/

Yleisesti teollisuudessa yksi piiri syöttää jotain moottoria, lämmitintä tai muuta sähköllä toimivaa laitetta, eli kuormaa. Moottorit pyörittävät erilaisia puhaltimia, pumppuja ja muita mekaanista energiaa tarvitsevia laitteita. Koko piirin laitteet ja kaapelit mitoitetetaan kuormitettavan laitteen ottaman virran ja ohjaustarpeen mukaan.

3.1.4 Kenttälaitteet

Kenttälaitteet sijaitsevat kentällä, eli jossain muualla kuin keskuksessa, yleensä jossain kuorman läheisyydessä. Yleisesti käytettyjä kenttälaitteita ovat esim. turvakytkimet, hätäseis-painikkeet ja taajuusmuuttajat.

Turvakytkimen tehtävä on katkaista virta ja estää tahaton kytkentä kuormalle. Turvakytkimen tulee sijaita kuorman läheisyydessä, ja sen tulee olla lukittavissa auki, jotta esim. huoltotyön aikana kukaan ei pääse kytkemään virtaa vahingossa. Hätäseis-painike on painike, joka katkaisee virran kuormalta hätätilanteessa. Tästä syystä se tulee asentaa kuorman läheisyyteen näkyvälle paikalle, jotta kuorma saadaan jännitteettömäksi helposti, jos vaaratilanne havaitaan.

Taajuusmuuttajalla voidaan ohjata moottorin nopeutta taajuutta muuttamalla sen saamaa taajuutta. Suuremmalla taajuudella moottori pyörii kovempaa jne. Taajuusmuuttaja vähentää sähkönkulutusta huomattavasti verrattuna suoraan moottorilähtöön. Taajuusmuuttajan avulla voidaan myös pitää tiettyä painetta esim. pumppusovelluksissa riippumatta nesteen käyttömäärästä. Taajuusmuuttajat sijoitetaan usein moottorien läheisyyteen, mutta käytössä voi olla myös erillinen taajuusmuuttajatila tai ne voidaan sijoittaa sähkötilaan. Taajuusmuuttajan sijoittamisessa tulee ottaa huomioon ulkoiset olosuhteet ja erityisesti lämpötila, koska taajuusmuuttajan elektroniikka ei kestä suuria ulkoisia lämpötiloja.

3.1.5 Kaapelit

Kaapelit siirtävät sähköenergiaa tai signaaleja laitteille tai järjestelmään. Sähköenergian siirtämiseen yleisimmin käytetyt kaapelityypit ovat muovieristettyjä MCMK, AMCMK ja MMJ kaapeleita poikkipinta-alaltaan 1,5 mm² lähtien aina 240 mm² ja joskus vielä suurempia. Kaapeleiden poikkipinta-ala mitoitetaan varokkeen ja kuorman mukaan, pienemmillä virroilla ja poikkipinta-aloilla käytetään kupari-kaapeleita (MMJ, MCMK) niiden helpomman käsiteltävyyden vuoksi, kun taas isommilla käytetään alumiinikaapeleita niiden kevyemmän painon ja hinnan vuoksi.

Signaaleita ja täten erilaista tietoa siirretään huomattavasti ohuemmilla kaapeleilla, poikkipinta-alaltaan usein alle 0,5 mm² virtojen ollessa yleensä maksimissaan mil-

liampeereita. Yleisesti käytetty tyyppi on NOMAK-parikaapeli, jota on saatavilla kaksiparisesta useisiin kymmeneen pariin. Moniparisissa voidaan kuljettaa useaa eri tietoa samassa kaapelissa.

3.1.6 Kaapelireitit

Kaapelireiteiksi määritellään kaikki hyllyt, kourut, listat sekä kaikki, mitä pitkin kaapelit ensisijaisesti kulkevat. Kaapelireittejä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon reitteen kantavuus ja riittävä koko. Hyllyjä ja muita reittejä suunniteltaessa tulee myös ottaa huomioon niiden vievä tila ja muut katon läheisyydessä sijaitsevat laitteet ja putket.

3.1.7 I/O-tieto

Joissakin tapauksissa piireiltä viedään tietoa järjestelmään, joka valvoo ja ohjaa laitteita. Tiedot ovat analogisia tai digitaalisia, input tai output (I/O), esimerkkeinä pyörimisnopeus, käynti ja vikatietoja. Näiden tietojen perusteella järjestelmän tietokoneet ohjaavat ja antavat valvomoon tietoja laitteiden tiloista.

3.2 Suunnittelun tavoitteet

Sähkösuunnittelun päätavoite on luoda kohteeseen rakennus- tai saneeraussuunnitelma. Suunnitteluvaiheessa otetaan huomioon asiakkaan toiveet ja kohteen käyttötarkoitus ja näiden perusteella valitaan ja mitoitetaan tarvittavat laitteet ja kojeet. Suunnitteluvaiheessa tehdään useimmiten asennussuunnitelma ja piirretään osa tai kaikki seuraavista kuvatyypeistä: asennuspiirustus (pohjapiirros), asemapiirustus ja keskuskuvat.

Suunnitelman pääkohta itse asennussuunnitelman ohella on kartoittaa kohteen kokonaisuuden rakennus- tai saneerauskustannukset. Sähkösuunnittelussa merkittävimmät kustannukset tulee laitteiden ja järjestelmien valinnasta. Kohteen kokonaiskustannuksista noin 80 % määräytyy suunnitteluvaiheessa, joten rakennusvaiheessa oikominen tai säästäminen vaikuttaa kokonaiskustannuksiin vain vähän. Itse suunnittelun kustannukset ovat kuitenkin yleensä alle viidenneksen kokonaiskustannuksista.

3.3 Suunnittelutarpeen kartoittaminen

Sähkö- ja muu suunnittelu on hyvä aloittaa hyvissä ajoin, jotta vältetään viivästyksiltä rakennusvaiheessa. Ennen suunnittelun aloittamista tilaajan tulee kartoittaa sähkösuunnitteluun liittyvät tarpeet ja toiveet. Nykypäivänä yksi suurimmista päätöksistä uudisrakennuksiin ja saneerauskohteisiin liittyen on kiinteistöautomaation määrä. Kiinteistöautomaation avulla asumismukavuutta saadaan lisättyä tuntuvasti, mutta järjestelmien hinta ja ohjelmointikustannukset ovat yleensä melko suuria. Kartoituksessa otetaan huomioon eri huoneiden ja tilojen käyttötarkoitukset, jotka määrittävät melko pitkälle pistorasioiden, atk- ja antennirasioiden paikan ja määrän. On myös tärkeää ottaa huomioon mahdolliset myöhemmin tulevat järjestelmien ja verkkojen laajennukset. /5/

Asiakkaan kartoitettua sähköistystarpeensa otetaan yhteyttä suunnittelijaan, joka tekee tilaajan toiveista suunnitelman. Suunnittelija esittää suunnitelman tilaajalle, joka tarkastaa sen ja esittää mahdolliset muutosehdotukset suunnittelijalle. Muutokset ja lisäykset on tässä vaiheessa huomattavasti helpompi ja edullisempi tehdä kuin vasta rakennusvaiheessa. Kun tilaaja on hyväksynyt suunnitelman, voidaan se lähettää urakoitsijalle. /5/

Viimeisessä vaiheessa kuvat palautetaan suunnittelijalle. Näihin kuviin asentajat ovat piirtäneet mahdolliset poikkeamat, jos ei ole ollut mahdollista tehdä asennuksia kuvien mukaan tai toisella tavalla on ollut huomattavasti helpompi toteuttaa. Kuvien palautusten jälkeen suunnittelija piirtää kuvat puhtaaksi ja arkistoi ne mahdollisia tulevia saneerauksia varten. /5/

4 OHJELMISTOT

Nykyään suunnittelutyö tehdään käytännössä kokonaan tietokoneen avulla, joka nopeuttaa suunnittelutyötä ja helpottaa muutosten tekemistä sekä kuvien arkistointia. Etteplanilla suunnittelutyössä käytetään pääasiassa seuraavassa esiteltäviä ohjelmistoja.

4.1 AutoCad

AutoCAD tai jokin muu CAD (Computer Aided Design) -ohjelmisto on yksi tärkeimmistä suunnittelussa käytetyistä ohjelmistoista. Sen avulla luodaan lähes kaikki tekniset piirustukset.

AutoCAD on yhdysvaltalaisen Autodeskin julkaisema tietokoneavusteinen suunnitteluohjelmisto. AutoCAD tukee monipuolista 2D- ja 3D-kuvien muokkausta ja piirtoa. Ensimmäinen AutoCAD-ohjelmisto julkaistiin vuonna 1982, ja siitä eteenpäin Autodesk on julkaissut uuden version lähes vuosittain ja se on laajimmin käytössä oleva CAD-ohjelmisto. /6/

AutoCADista on saatavilla useita eri versioita, esim. Mechanical, Electrical jne. eri toimialoja varten, sekä AutoCAD LT, suppeampi ja edullisempi versio ohjelmasta. AutoCAD 360 on tarkoitettu mobiililaitteille ja tableteille. Lisäksi kolmansien osapuolien on myös mahdollista muokata ja lisätä valikkoja ja piirrosmerkkikirjastoja. /6/

AutoCADia voidaan käyttää myös monien ohjelmointikielien avulla, jolloin toimintoja voidaan ajaa automaattisesti. Yleisesti käytetyt toiminnot voidaan ajaa, jopa avaamatta AutoCADia, joka säästää aikaa paljon. Lyhyet komentosarjat on helppo tehdä scripteinä tai AutoLISP-ohjelmointikielellä. Scriptit ovat käytännössä sarjoja AutoCADin komentoriville tulevia komentoja. AutoLISP on hieman monimutkaisempi, mutta sillä voidaan tehdä hieman kattavampia komentosarjoja. AutoCADia voidaan ajaa myös erillisillä ohjelmilla, jotka yleisimmin toteutetaan jollakin Visual Basic -kielellä. /6/

4.2 Microsoft Access

Microsoft Access on Office Professional -paketissa tuleva tietokantaohjelmisto. Access varastoi tiedon käyttäen omaa Access Jet Database -moottoria, mutta voi käyttää myös muun tyyppisiä tietokantoja. Accessin käyttöliittymä muistuttaa paljon Exceliä, mutta siinä on useita tauluja, joihin mahtuu enemmän tietoa selkeästi. /6/

Accessin tietokantaa voidaan käyttää niin pienten apuohjelmatyypisten sovellusten, kuin suurempien sovelluskokonaisuuksien rakentamiseen. Accessin etuina voidaan pitää hyvää yhteensopivuutta muiden Office-ohjelmistojen kanssa. Sitä voi myös käyttää useampi käyttäjä samanaikaisesti, joten tietokannat voidaan sijoittaa palvelimelle. /7/

4.3 ELSA

ELSA on Etteplanin Kouvolan toimiston käyttämä suunnittelujärjestelmä, jonka on kehittänyt Juuso Lakka. ELSA:n ja suunnittelujärjestelmien yleensä pääasiallinen tehtävä on koota kaikki piirien tiedot yhteen tietokantaan, josta ne ovat helposti löydettävissä ja muokattavissa eri käyttötarkoituksia varten.

ELSA käyttää tietojen tallentamiseen Microsoft Access -tietokantaa. ELSA tallentaa käyttäjän tekemät lisäykset ja muutokset ennalta määrättyihin kenttiin tietokantaan.

4.4 Ettepro

Ettepro on Etteplanin kehittämä ohjelma, jonka pääasiallisena tehtävänä on generoida kojeiden ja kaapeleiden tiedot CAD-kuviin. Ettepro luo lopulliset dokumentit piiri-kaavioista ja hakee Access-tietokannasta tiedot.

4.5 Microsoft Excel

Microsoft Excel on taulukkolaskentaohjelmisto, joka tulee Office-paketin mukana. Sillä voidaan laskea monimutkaisiakin yhtälöitä eri kenttien arvoista helposti ja selkeästi. Excel-taulukko voidaan kopioida suoraan muihin Office-ohjelmistoihin.

Excelin avulla voidaan luoda erilaisia taulukoita, ja niistä voidaan helposti laskea tarvittavia tietoja, kuten kokonaisvirtoja, tehoja ja muita suunnittelun, mitoituksen ja laitteiden valinnan kannalta tärkeitä tietoja./8/

4.6 Navisworks Freedom

Navisworks Freedom on Autodeskin kehittämä 3D-mallien katseluun tarkoitettu ohjelma, jolla nähdään kolmiulotteisesti kohteen kaikki laitteet, kuten ilmastointiputket, kaapelihyllyt ja muut asennuksiin vaikuttavat komponentit. 3D-mallista voi myös etsiä jotain tiettyä komponenttia ja nähdä, miten se sijoittuu rakennettavaan kohteeseen. Navisworks Freedomin haittapuolena voi pitää sen melko suurta tietokoneen tehontarvetta. /9/

4.7 Muut ohjelmat

Muita käytettyjä ohjelmia ovat yleiset tekstidokumenttien käsittelyohjelmat, kuten Microsoft Word sekä .pdf-tiedostojen luontiin tarkoitettut ohjelmat. Ahkerassa käytössä ovat myös sähköpostiohjelmat, koska suurin osa asiakkaan kanssa käydystä kommunikoinnista ja tiedostojen vaihdosta käydään sähköpostin avulla.

5 TIETOKANTASUUNNITTELU

Nykypäivänä kilpailun ollessa kovaa käytetään suunnittelussakin useita ohjelmia nopeuttamaan ja helpottamaan suunnittelutyötä. Etenkin teollisuuden sovelluksia suunniteltaessa voivat useat eri kuvat olla lähes samankaltaisia. Usein eroavaisuudet löytyvät kojeiden malleista piirien teholuokan ollessa eri. Yksi piiri sisältää useimmiten yhden syötettävän kuorman, kuten moottorin tai lämmittimen, sekä niiden tarvitsemat ohjauslaitteet.

Tärkeä ominaisuus koko suunnittelun sujuvuudelle on, että useat suunnittelijat tietävät, mitä muut tekevät. Tämä estää saman työn tekemisen useampaan kertaan eri henkilöiden toimesta. Ratkaisu tähän on tietokantojen sekä muiden tärkeiden dokumenttien sijoittaminen palvelimelle, johon koko henkilöstöllä on pääsy.

Seuraavassa esittelen karkeasti teollisuuden sähkösuunnittelun kulun.

5.1 Suunnittelujärjestelmän käyttö (ELSA)

Teollisuuteen tehtävässä sähkösuunnittelussa hyvänä apuvälineenä toimii tietokantapohjainen suunnittelujärjestelmä. Järjestelmä vähentää manuaalista työtä huomattavasti ja näin ollen vähentää työhön tarvittavaa aikaa, josta seuraa kustannusten pieneeminen, ja näin ollen yrityksen kilpailukyky kasvaa.

Esimerkkinä voidaan käyttää Etteplanin käyttämää ELSA-suunnittelujärjestelmää. Seuraavassa on selitetty lyhyesti moottori- ja muiden kuormalähtöjen piirikaavioiden suunnittelun kulku.

The screenshot shows the ELSA software interface. On the left, a tree view (A) displays a project structure. The selected item is 'test1 (NIMI)', which contains several components: -F1 (OS125GD 80aM), -F10 (S201 C6A), -K1 (AF63), -001B (AMCMK-HF 3x70+21), -002B (MCMK-HF 3x35+16), -004D (NOMAK-HF 8x2x0,5+0,5), -005C (MMJ-HF 3x1,5S), -Q1 (OTP75T3B), and a motor M1 (30kW, 400V). On the right, a data entry form (B) is shown for 'test1'. The form fields are as follows:

Laittepaikka	test 1
Keskus	V3BLB
Lähtö	test 1
Jännite	400
Nimi1	NIMI
Nimi2	TILAAJAN KIELELLÄ
Nimi3	NIMI ENGLANNIKSI
Osasto	
Piirustusnumero	
Sähkölähtö	
Piiri_no	test 1
Amalli	CD110900
Tmalli	
Suun.	22.7.2013 ARu
Tark.	
Huomautus 1	###
Huomautus 2	MO
Huomautus 3	
Lehti	
Lehtia	

At the bottom of the form, the following information is displayed:

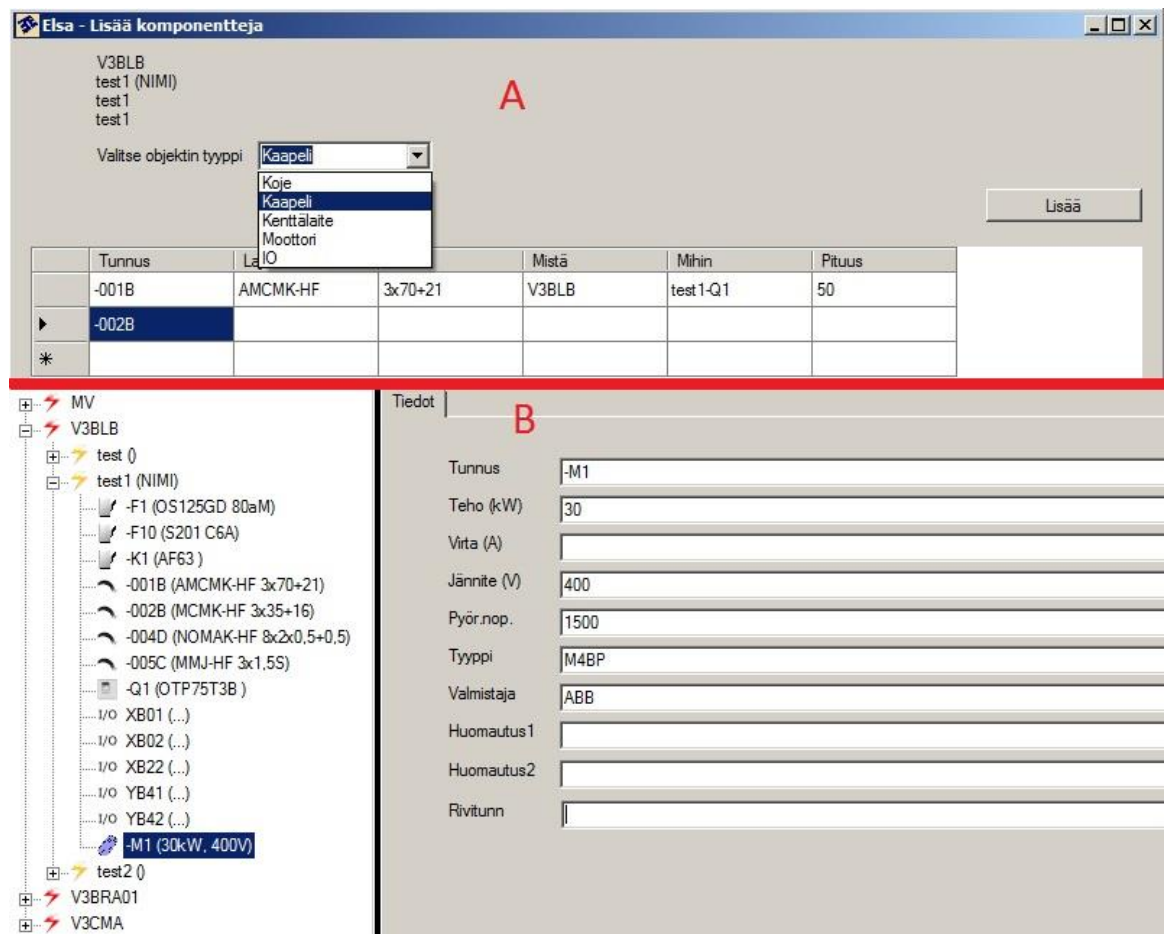
ID	382
Luotu:	22.7.2013 13:46:29
Muokattu:	24.7.2013 15:17:57

The status bar at the bottom indicates: < 24.7.2013. 15:18 > Kannaksi valittu: C:\Users\ett11086\Desktop\test.mdb

KUVA 3. ELSA (A. Puunäkymä B. Valitun piirin tiedot)

Suunnittelun alkuvaiheessa tilaajalta saatujen tietojen mukaan mitoitetaan ja valitaan tarvittavat kenttälaitteet, kaapelit ja suojaus-, ohjaus- sekä muut mahdolliset kojeet. Tässä vaiheessa tiedot syötetään ELSA:an sisältäen laitteiden tai kaapeleiden tunnuksen valmistajan ja mallin sekä mahdollisen kaapelin pituuden. Tietoja ja komponenttien määrää voidaan muuttaa tai lisätä myöhemmin. ELSA:n käyttöliittymä on tyypiltään perinteinen puunäkymä, jossa ylimpänä ovat keskuksset, joiden alla piirit, jotka sisältävät kaikki edellä valitut komponentit. Piirin lisääminen keskuksen alle tapahtuu

klikkaamalla hiiren oikealla puuta ja valitsemalla Lisää piiri, jonka jälkeen kenttiin lisätään piiriin liittyvät tiedot, esimerkiksi laitepaikka, keskus, piirin nimi, aloitusmalli jne. Piirien alle määritetään komponentit lähes samalla tavalla, poikkeuksena komponentin tyyppi tulee valita ensin seuraavista: koje, kenttälaitte, moottori, I/O ja kaapeli. Kojeilla ja kenttälaitteilla määritetään valmistaja, tyyppi ja koko, moottoreilla näiden lisäksi pyörimisnopeus, virta ja jännite. Kaapeleita lisättäessä määritetään kaapelin tyyppi, koko, pituus sekä tiedot, kaapelin lähtö- ja pääte paikasta. Monissakaan tapauksissa kaikkia tietoja ei tiedetä ainakaan alkuvaiheessa, joten osa kentistä voidaan jättää tyhjiksi ja lisätä myöhemmin.



KUVA 4. (A. Komponentin lisäys. B. Valitun komponentin näkymä ja muokkaus)

ELSA käyttää Access-tietokantaa tietojen tallettamiseen ja hakemiseen. Lisättäessä piirejä ELSAan kirjoittaa se samat tiedot edellä määrättyihin tauluihin Access-tietokantaan. Kaapeleita, kojeita ja muita komponentteja lisättäessä ELSA kirjoittaa tiedot piiri taulun alle sekä komponenttien omiin tauluihin. Tietokantaa voidaan muokata myös suoraan Access-tietokannan tauluja muokkaamalla, joka muuttaa tiedot

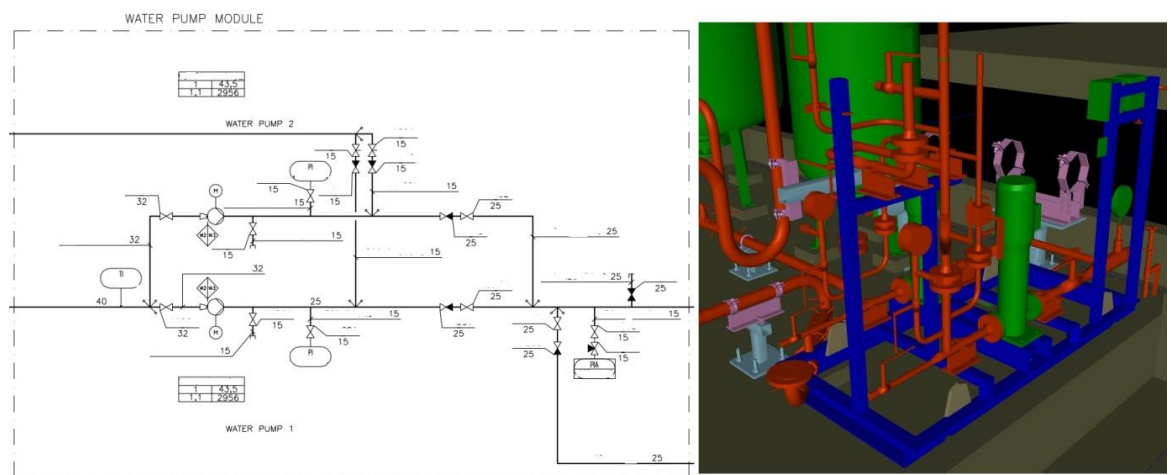
myös ELSA:n näkymään. Suoraan tietokannan kautta muokkaamisen etuina on, että piirit voidaan helposti suodattaa esim. keskuksen tai jonkun laitetunnuksen mukaan. Tämä nopeuttaa suurien kokonaisuuksien muokkaamista huomattavasti, jos esimerkiksi kontaktorien tyyppi muuttuu, voidaan tietokannasta suodattaa –K1, jolloin kanta näyttää vain piirit, jotka sisältävät kyseisen komponentin, ja tähän on nopea muokata tyyppi, eikä tarvitse manuaalisesti etsiä piirejä, jotka sisältävät kyseisen komponentin.

5.2 PI-kaavioiden ja 3D-mallien käyttö

Mekaniikka- ja prosessisuunnitelmista nähdään prosessissa tarvittavat laitteet. PI-kaaviossa on selkeästi esitetty tietty osa laitoksesta. Se on kuin sähköpiirustusten piirikaavio, josta nähdään kyseessä olevan laitoksen osan laitteet, kuten venttiilit, kuljetimet, polttimet, kemikaali-, vesi-, ilmaputket jne.

3D-malli sisältää kaikki samat tiedot kuin PI-kaaviot, mutta realistisessa mittakaavassa, sekä sijoitettuna niille paikoille, joissa ne valmiissa laitoksessa tulevat olemaan. Malli sisältää myös kaikki rakennuksen rakenteet, ja kaikki halutut komponentit voidaan piilottaa kuvasta, jotta siitä saadaan selvempi katsella. 3D-mallia käytetään, jotta nähdään, mihin laitteet sijoittuvat laitoksessa, ja näin ollen esimerkiksi kaapeleiden pituuksien mitoitusarvio onnistuu helposti ja tarkemmin.

Sähkösuunnittelun kannalta PI-kaaviossa näkyy kaikki sähkömoottorit sekä sähköllä ohjattavat venttiilit. Kuvista näkyy myös sähkölähdön tyyppi, eli tarvitseeko moottori taajuusmuuttajaa tai jotain muuta erityistä ohjaustapaa.

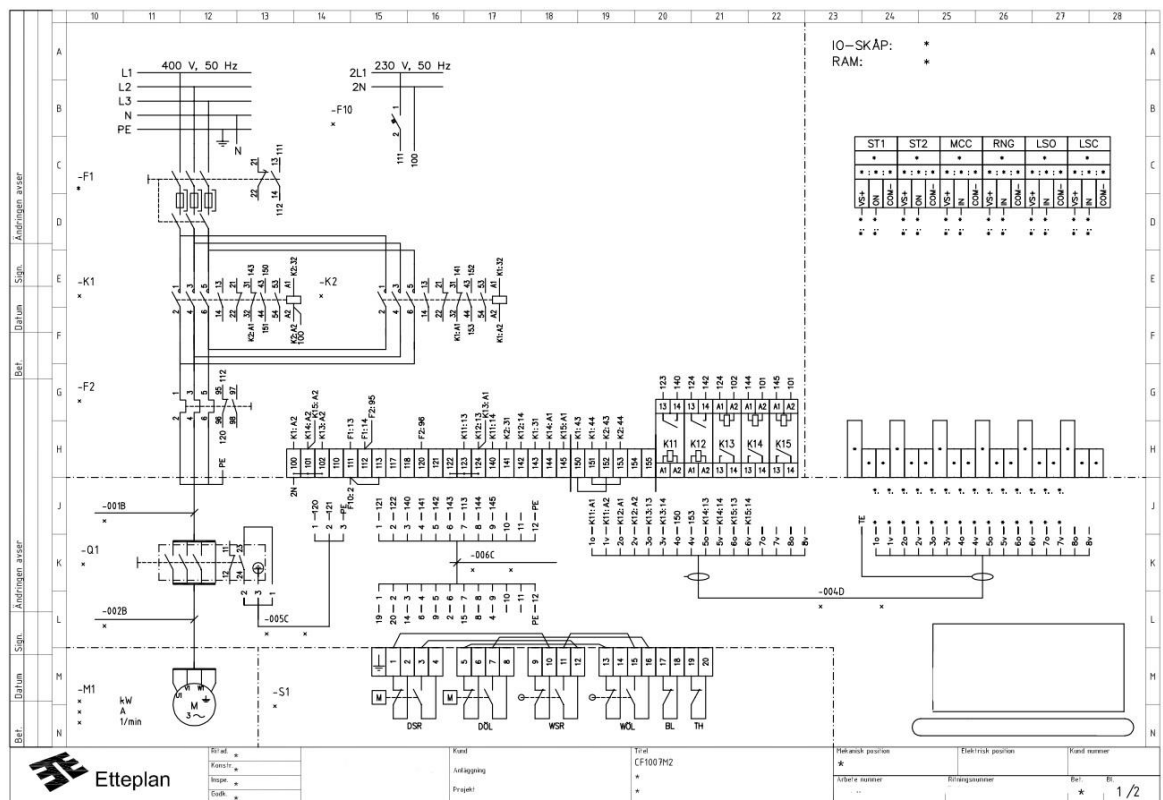


KUVA 5. PI-kaavio ja 3D-malli

5.3 Aloitusmallit

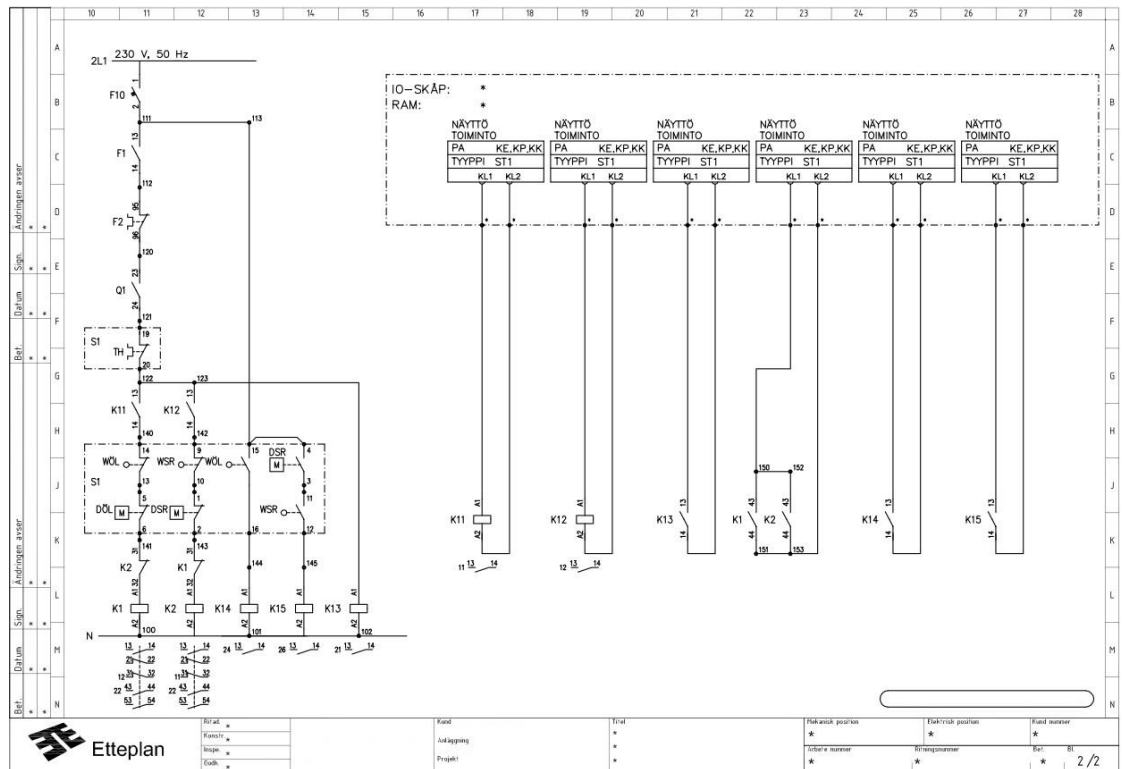
Piirien mitoittamisen ja komponenttien valinnan yhteydessä piirretään jokaiselle piirille aloitusmalli, joka sisältää johdotuskaavion sekä piirikaavion.

Johdotuskaavio osoittaa komponenttien sijainnit ja kytkennät sekä keskuksen riviliittimien määrä ja kaikki muut laitteet. Johdotuskaaviosta selviää myös kaapeleiden kytkennät ja niiden kohteet. Myös mahdolliseen järjestelmään liittyvät I/O-kortit näkyvät johdotuskaaviossa. Johdotuskaavion tarkoituksena on esittää lähdön kuormalle menevä kaavio selkeästi ja näin ollen helpottaa asentajan työtä.



KUVA 6. Aloitusmallin johdotuskaavio

Piirikaavio sisältää ohjauskaavion, jossa johdotuskaaviossa esitetyt laitteet ja riviliititimet on esitetty vapaalla piirtotavalla. Kaaviosta nähdään selkeästi keskuksen sisäiset releiden ja muiden laitteiden koskettimien kytkennät. Piirikaaviosta löytää vian sattudessa helposti vian sijainnin.



KUVA 7. Aloitusmallin piirikaavio

Aloitusmalleihin merkitään komponentit samoilla tunnuksilla kuin ELSAan. Komponenttien viereen johdotuskaavioon komponentin viereen sijoitetaan blokki, joka on linkitetty Access-tietokantaan. Blokki hakee dokumenttien luontivaiheessa piirin nimen ja laitteen tunnuksen mukaan blokin linkissä määritetyltä taululta, riviltä ja sarakkeelta tiedot attribuutteihin.



KUVA 8. Linkkiblokki (-002B, -M1) ennen ja jälkeen generoinnin

Aloitusmallien käyttö nopeuttaa suunnittelun kokonaisaikaa huomattavasti, koska useimmiten samankaltaisia piirejä löytyy yhdestä projektista useita, ja näin ollen, kun

piirin mallin on piirtänyt kerran, samanlaisten piirien lisäykseen riittää pelkkä tietojen lisäys suunnittelujärjestelmään. Järjestelmän käytön haittapuolina voi olla mahdollisten uusien ohjelmien hankinta ja joissain, joskin vähenevissä määrin, tietokoneiden tehon puute.

5.4 Piirikaavioon liittyvien dokumenttien luominen

Kun kaikki piirit, niiden tiedot ja mahdolliset muutokset on lisätty tietokantaan sekä aloitusmallit on piirretty ja tarkastettu, voidaan tarvittavat dokumentit luoda.

5.4.1 Piirikaavioiden luominen

Kuvat luodaan ohjelmalla, joka hakee tietokannasta tiedot kuviin. Etteplanin tapauksessa käytetään Ettepro-ohjelmaa, joka hakee Access-tietokannasta tiedot blokkeihin. Ettepron käyttö on hyvin yksinkertaista, valitaan vain halutut piirit, aloitusmallin tyyppi tai muu muuttuja ja valitaan Luo dokumentit. Tämän jälkeen Ettepro luo jokaisesta sähkölähdestä määrättyyn kansioon aloitusmallin mukaisen CAD-kuvan, jossa näkyy komponenttien tiedot. Nämä luodun kuvat ovat käytännössä valmiita lähetettäväksi asiakkaalle.

5.4.2 Luetteloiden luominen

Piirikaavioihin liittyen asiakkaalle toimitetaan yleensä myös monia luetteloita. Yleisimpinä voidaan pitää erilaisia massa-, kaapeli-, koje-, ja kilpiluetteloita. Nämä luettelot voidaan viedä ELSA:n kautta helposti valitsemalla halutut piirit, jonka jälkeen valitaan raportit ja haluttu luettelotyyppi, ja ELSA luo luettelot.

Massaluettelo sisältää luettelon kaikkiin piireihin tarvittavista komponenteista ja kaapeleista sekä niiden tarvittavan määrät ja pituudet. Näin ollen urakoitsijan on helppo tilata tarvittavat tavarat massaluettelon avulla.

Kaapeliluettelo sisältää kaikki kaapelit eritellysti tunnuksen, lajin, koon ja paikkatietojen mukaan. Paikkatiedot tarkoittavat, mistä kaapeli lähtee ja mihin se menee, esimerkiksi keskuksesta piirin turvakytkimelle jne.

Koje- ja kenttäkojeluetelosta selviää kaikki kojeet kaapeliluettelon tavalla piiri- ja keskuskohtaisesti lueteltuna piirien nimen mukaan. Kaapeli- ja laitekilpiluettelo sisältää luettelon kaapeleihin ja laitteisiin laitettavista tunnuskilvistä ja niiden määristä. Kilvestä löytyy tiedot laitteesta tai kaapeleista sekä, siitä mihin kilpi tulee sijoittaa.

KAAPELILUETTELO

Kaapelitunnus	Laji	Koko	Mistä	Mihin	Pituus	Huom.
test-001B	MCMK-HF	3x1,5+1,5	V3BLB		40	
test2-001B	MCMK-HF	3x2,5+2,5	V3BLB	test2-Q1		
test1-001B	AMCMK-HF	3x70+21	V3BLB	test1-Q1	45	
test1-002B	MCMK-HF	3x35+16	test1-Q1	test1-M1	3	
test1-004D	NOMAK-HF	8x2x0,5+0,5	V3BLB	test1-I/O	15	
test1-005C	MMJ-HF	3x1,5S	V3BLB	test-Q1	45	



Suun-
luoto

Pvm. 26.7.2013

Piiri test, test1, test2,

1/2013

KUVA 9. Kaapeliluettelo

Tekijä				LAITEKILPILUETTELO							
Tarkastaja				Piir. n:o							
Hyväksyjä											
Viim. revisio											
Tyyppi		Kilven koko (mm)		Tekstin	Kaiverrus		Kiinnitys			Värit	
Nro.	Käyttötarkoitus	Pituus	Korkeus	korkeus (mm)	Takaa	Päätä	Teippi	Ruuvi	Nippuside	Teksti	Pohja
1	Keskustunnus	288	80	20	X		X			Musta	Valkoinen
2	Keskuslähtö	144	40	10	X		X			Musta	Valkoinen
3	Turvakytkin	105	40	8/5	X		X			Musta	Valkoinen
4	Hätäseispainike	72	20	4	X		X			Musta	Valkoinen
5	Kansikojeet	72	20	4	X		X			Musta	Valkoinen
6	Kenttälaitteet	72	20	4	X			X	X	Musta	Valkoinen
7	Kaapelit	72	20	4	X				X	Musta	Valkoinen
TEKSTI				MÄÄRÄ	NRO.	PAIKKA		HUOMAUTUS		REV.	
test1 Piirin nimi V3BLB-test1				1 kpl	2	keskukseen					
test1-Q1 Piirin nimi V3BLB-test1				1 kpl	6	turvakytkimelle					
test1-M1 Piirin nimi V3BLB-test1				1 kpl	6	moottorille					

KUVA 10. Laitekilpiluettelo

5.5 Layout-kuvat

Layout -eli laitesijoituskuva vastaa suurin piirtein rakennussähköistyksen pohjakuvaa. Layout-kuva kertoo laitteiden fyysisen sijoituspaikan prosessitilassa. Eri laitteet sisältävät kuvat piirretään eri kuviksi, jotta ne olisivat selkeitä ja helppoja lukea.

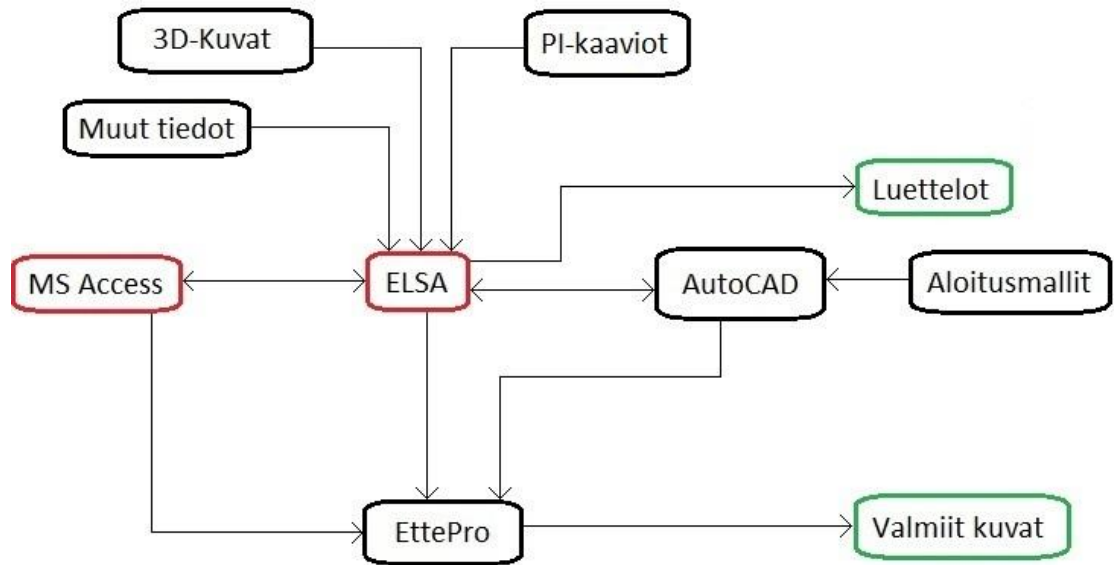
Moottorikartta sisältää ensisijaisesti kaikki tiloissa olevat moottorit ja niiden sijoituspaikan. Moottorikartasta näkee myös moottorin laitepaikan, keskuksen, lähdön ja muut mahdolliset asennukseen vaikuttavat tiedot.

Sähkötilan layout-kuva sisältää sähkötilassa sijaitsevien keskusten, automaatiokeskusten, taajuusmuuttajien ja I/O-kaappien sijoituspaikat ja niiden koot. Sähkötilan layout-kuvien suunnittelussa tulee ottaa huomioon kaappien viemä tila, sekä on myös tärkeää ottaa huomioon ovien aukeamisen viemä tila. Riittävä tila nopeuttaa hätätilanteessa huoneesta poistumiseen kuluvaan aikaan ja helpottaa huoltotöitä. Sijoitusta mietittäessä tulee myös ottaa huomioon kaapelin tulosuunta; ylä- tai alapuolelta tulevat kaapelit vievät useasti vähemmän tilaa ja keskuksia voidaan asentaa kiinni toisiinsa.

Sähkötilojen layouteja suunniteltaessa on otettava huomioon myös laitteiden jäähdytyksen ja lämmityksen tarve. Erityisesti taajuusmuuttajat tuottavat runsaasti lämpöä, ja niiden paikkoja suunniteltaessa tulee niiden etäisyys toiseen laitteeseen olla riittävä, sekä tulee ottaa huomioon suunta, josta laite ottaa jäähdytysilmansa. Jotkin elektroniset laitteet voivat kärsiä kylmästä ilmasta, joten ne tulisi sijoittaa lämpimään paikkaan tai niille tulisi järjestää erillinen lämmitys.

Kaapelireiteistä piirretään myös layout-kuva eli hyllykuva. Kaapelireiteiksi kutsutaan kaikkia kaapeleiden kuljettamiseen soveltuvia komponentteja. Reitit piirretään pohjakuviin pakoille, joissa ne vievät mahdollisimman vähän tilaa muilta laitteilta, mutta kulkevat sujuvasti. Hyllyjen ja muiden kaapelireittien asennuskorkeus tulee myös näkyä kuvasta, ja ne tulee mitoittaa riittävän suuriksi niillä kulkevien kaapeleiden määrän mukaan. Hyllyjen kokoon ja määrään vaikuttaa myös kaapeleiden massa sekä kuormitettavuus. Joissakin tapauksissa kaapeleita joudutaan jakamaan useammalle hyllylle niiden lämpenemisen ja sitä kautta häviöiden välttämiseksi.

Valaistuskuvat piirretään myös samalla tyylillä kuin muut layout-kuvat. Valaistuskuvat suunnitellaan yleensä jollakin valaistussuunnitteluohjelmalla, joka laskee halutun valaistustehon pohjalta halutun tyyppisten valaisimien määrän ja sen, miten ne tulisi sijoittaa. Ohjelman antamien tietojen pohjalta valaisimet sijoitetaan pohjakuvaan ja niille mitoitetaan lähdöt ja tarvittavat ohjaukset.



KUVA 11. Ohjelmien toiminta ja tiedon kulku

Kuvasta nähdään ohjelmien periaatteellinen toiminta. Pääpiirteittäin ELSA:an lisätään kaikki tunnetut ja lasketut tiedot, joka kirjoittaa ne Access-tietokantaan. Dokumentteja luodessa ELSA hakee tiedot tietokannasta ja luo niistä luettelot. Kuvia luotaessa EttePro hakee tiedot Accessin kautta ja lisää ne ELSA:n kautta ennalta määritettyihin AutoCAD:lla tehtyihin aloitusmalleihin.

6 STANDARDIN LUOMINEN

Standardin ja sitä kautta suunnitteluohjeen kehittäminen alkoi tutustumalla yrityksellä käytössä oleviin ohjelmiin ja niiden käyttötarkoitukseen. Ohjelmien keskinäinen toiminta linkitysten selvittäminen vei ison osan ajasta, koska monet ohjelmat olivat minulle täysin uusia. Kaikki tietokantapohjainen suunnittelu oli käytännössä uutta, joten lähes kaikki suunnitteluun liittyvät ennakkotiedot menivät jokseenkin uusiksi.

Ohjelmiin tutustumisen jälkeen kartoitettiin mahdolliset standardointien kohteet. Pääasiallisiksi standardoinnin kohteiksi päädyttiin ottamaan aloitusmallit ja ELSA:n käyttö. ELSA:an käytön standardointiin päädyttiin myös osaksi ohjelman uutuuden takia ja mahdollisten kehitystarpeiden kartoittamiseen.

Erilaisten listojen käytössä oli myös jossain kehittämisen varaa. Selkeänä esimerkkinä asiakkaalta tulevat muutoslistat, joihin olisi hyvä saada jonkinlainen systeemi, jotta tiedetään, mitkä muutokset on tehty, jotta vältetään saman työn tekemisestä kahdesti. Yksinkertaiseksi ja helpoksi tavaksi osoittautui jo osittain käytössä ollut kenttien määrittäminen erivärisiksi piirin tietojen mukaan sekä erillisen listan täyttäminen, josta näkyy tehdyt muutokset ja niiden tekopäivämäärä.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön päätavoitteeksi muodostui selkeän ohjeen luominen suunnittelutyön eri vaiheisiin. Toinen merkittävä tavoite oli luoda aloitusmallien piirtoon standardi, jotta valmiit kuvat olisivat mahdollisimman selkeitä ja samantyyllisiä sekä niitä olisi helppo muokata jälkikäteen. Valmis ohje sisältää ohjeet yleisimpiin suunnittelutyössä vastaan tulevaan vaiheeseen sekä asioihin, mitkä tulee ottaa huomioon. Ohje avaa myös eri ohjelmien käyttöä rinnakkain.

Ohjeen tekemisen pohjalle tarkastelin monia kuvia ja projekteja, sekä ennen kaikkea osallistuin suunnittelun eri vaiheisiin, joista etsin selkeitä ja toimivia konsepteja standardin tekemiseen. Standardi ja selkeä ohje helpottaa projektin etenemisen seuraamista ja helpottaa asiakkaalta tai muilta toimittajilta tulevien päivitysten ja listojen hallintaa työn edetessä. Standardi myös tehostaa suunnittelutyötä ja ennen kaikkea selkeyttää asiakkaalle lähetettävää lopputulosta.

Standardin käyttökelpoisuus nähdään vasta suuremman projektin yhteydessä, mutta olen tarkastuttanut ohjeen muutamilla työntekijöillä, jotka ovat kommentoineet sitä ja kertoneet esiintyvistä virheistä ja antaneet parannusehdotuksia. Standardin hyvänä sekä jokseenkin huonona puolena voidaan pitää sen joustavuutta, monesti sitä ei voida noudattaa täysin pilkun tarkasti ja näin ollen se on joissain tilanteissa vain suuntaa antava. Standardia voidaan kuitenkin helposti muokata tulevaisuudessa uusia ohjelmia käyttöön otettaessa.

Työ oli mielenkiintoinen ja haastava, koska minulla ei ollut juurikaan muuta kokemusta suunnittelusta kuin hieman AutoCAD-kuvien piirtämisestä. Lähes kaikki suunnittelujärjestelmän sekä kaikki listojen jne. käyttö oli tuntematonta. Suurimman osan työssä tarvittavista tiedoista opin osallistumalla meneillään oleviin projekteihin. Opinnäytetyö valmisti minua paljon suunnittelutyöhön sekä työskentelyyn erilaisissa projekteissa.

LÄHTEET

/1/ Etteplan Oyj. WWW-dokumentti. http://www.etteplan.com/about-etteplan.aspx?sc_lang=fi-FI. Luettu 3.6.2013. Päivitetty 1.6.2013.

/2/ Ensto Oy. WWW-dokumentti.
<http://www.ensto.com/fi/ratkaisut/energiatehokasarki/hybriditalo/sahkokeskukset>.
Luettu 12.6.2013. Päivitetty 11.6.2013

/3/ Oulun teollisuuskojeistot Oy WWW-dokumentti
<http://www.outoteko.fi/galleria.php> Luettu 21.6.2013. Ei päivitystietoa.

/4/ ABB OY. PDF-dokumentti.
[http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/\\$file/tekninen_opasnro7.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/b11d4fe92973be93c1256d2800415027/$file/tekninen_opasnro7.pdf) Luettu 8.8.2013 Ei päivitystietoa.

/5/ SLO-mukavammin sähköllä. WWW-dokumentti.
<http://www.mukavamminsahkolla.fi/pihajapuutarha/Sivut/artikkeli.aspx?show=Onnistunutkodinsahkosuunnittelu> Luettu 3.6.2013 Päivitetty 2013

/6/ Autodesk Oy WWW-dokumentti. <http://www.autodesk.fi/products> Luettu 4.6.2013
Päivitetty 4.6.2013

/7/ Microsoft corporation. WWW-dokumentti. <http://office.microsoft.com/fi-fi/microsoft-excel-laskentataulukko-ohjelmisto-FX010048762.aspx>. Luettu 4.6.2013.
Päivitetty 4.6.2013

/8/ Microsoft corporation. WWW-dokumentti. <http://office.microsoft.com/en-gb/access-help/introduction-to-importing-and-exporting-data-HA101790599.aspx>.
Luettu 5.6.2013. Päivitetty 4.6.2013.

/9/ Autodesk Oy. WWW-dokumentti. <http://www.autodesk.com/products/autodesk-navisworks-family/overview> Luettu 10.6.2013. Päivitetty 10.6.2013.

LIITE 2(1).

Monisivuinen liite