

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Tuotantopainotteinen suuntautuminen

Ville Kinnunen

SÄHKÖKESKUKSEN VALMISTUSPROSESSI PK-YRITYKSESSÄ

Opinnäytetyö 2011

TIIVISTELMÄ

Ville Kinnunen

Sähkökeskuksen valmistusprosessi pk-yrityksessä, 43 sivua, 2 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Imatra

Tekniikka, Sähkötekniikan koulutusohjelma

Tuotantopainotteinen suuntautuminen

Ohjaajat:Timo Loukiala, Jukka Kinnunen

Tässä opinnäytetyössä käsitellään sähkökeskuksen pääasiallisia valmistusvaiheita pk-yrityksessä sekä perehdytään näiden sisältöön. Työ tehtiin toimeksiantona Lahden Keskusvalmistus Oy:lle. Yrityksen päätoimialana on sähkökeskusten valmistus sekä kokoaminen. Valmistusvaiheita käsitellään prosessikuvauksen kautta. Prosessin osina ovat markkinointi, tarjouslaskenta, suunnittelu, kalustaminen, johdottaminen, sähkökeskuksen testaaminen, valmiin tuotteen toimittaminen, sekä alihankinta.

Työn aihetta lähestytään hakemalla kokemusta itse työn parista muun muassa seuraamalla näitä vaiheita kohdeyrityksessä. Samalla pyritään peilaamaan kirjallisuudessa esiintyviä teorioita käytännön toimintaan. Valmistusprosessia käydään läpi vaihe vaiheelta, jonka jälkeen saadaan selkeä kokonaiskuva koko prosessin toimivuudesta.

Työn tavoitteena on kertoa selkeäsanaisesti sähkökeskuksen valmistusprosessista sekä selvittää kohdeyrityksen valmistusprosessin toimivuutta.

Asiasanat: Tarjouslaskenta, markkinointi, sähkösuunnittelu, sähkökeskuksen testaus, ohutlevytyö

ABSTRACT

Ville Kinnunen

Electrical centers production process in sme business, 43 pages, 2 appendix

Saimaa University of applied sciences, Imatra

Technology, Electrical engineering

Tutors: Timo Loukiala, Jukka Kinnunen

Subject of my degree work was production process of electrical centers in sme business. Work was assignment to me by Lahden Keskusvalmistus Oy. The main focus of the company is in production and assembling of electrical centers. Main parts of the process are, marketing, offer calculation, electrical planning, subcontracting, equipping, testing and wiring electrical centers.

This degrees main idea is to cut production process to smaller pieces, and give big picture about its functionality.

Keywords: Electrical center, subcontracting, electrical planning, testing, wiring and equipping electrical centers.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	4
2 TIETOA YRITYKSESTÄ.....	5
2.1 Toimintaympäristön/toiminnan kuvaus.....	5
3 KESKEISET TUOTTEET.....	7
4 MARKKINOINTI.....	10
5 TARJOUSLASKENTA.....	15
5.1 Tarjouksen käsittely ja sisältö.....	16
6 SUUNNITTELU.....	18
6.1 Sähkösuunnittelu.....	23
6.2 Ohutlevysuunnittelu.....	23
6.3 Standardit.....	26
7 KALUSTUSTAMINEN.....	27
8 JOHDOTTAMINEN.....	30
9 SÄHKÖKESKUKSEN TESTAAMINEN.....	33
10 VALMIIN TUOTTEEN TOIMITTAMINEN.....	36
10.1 Korvaukset.....	37
11 ALIHANKINTA.....	38
12 YHTEENVETO.....	40
KUVAT.....	42
TAULUKOT.....	43
LÄHTEET.....	44

LIITTEET

LIITE 1 Sähkökeskusten IP- luokitukset

LIITE 2 Tarjouksen pohja

1 JOHDANTO

Lopputyön tarkoituksena on selvittää, kuinka sähkökeskuksen valmistus tapahtuu pk-yrityksessä. Työssä pyritään havainnoimaan, millaisia vaiheita tulee suorittaa, jotta saadaan turvallinen ja kustannustehokas ratkaisu. Tarkastelun pääpaino on teknisessä prosessissa. Tästä syystä taloudellisen näkökulman tarkastelu on vähäisempää.

Ajatus suunnata lopputyö tähän aiheeseen, tuli varsin selkeäksi työskennellessä Lahden Keskusvalmistus Oy:ssä monena kesänä. Halusin saada mahdollisimman hyvän tiedon sähkökeskuksen valmistuksen vaiheista, jotta voisin hahmottaa kokonaisprosessia paremmin ja hyödyntää sitä työssäni. Tämän kaltaista työtä ei ole yrityksessä aiemmin tehty, koska jokainen tietää pääperiaatteittain, mitä valmistaminen sisältää. Tosin tämän työn tarkoituksena on paneutua valmistusprosessiin tarkemmin. Varsinainen tarve valmistusprosessin kuvaamiselle siis muodostuukin lähes yksinomaan siitä, että lukija ymmärtäisi millaista työtä vaaditaan tilausten taustalla alusta loppuun. Tällä vastaavalla tavalla toimitaan luultavasti monissa pk-yrityksissä, joissa tietenkin toimenpiteet ovat voivat olla erilaisia, mutta pääpiirteittäin sähkökeskusten valmistaminen on hyvin samanlaista.

Talouden taantuma on aiheuttanut teollisuuden sähkökeskusten kysynnän raskaan heikentymisen, mutta puuttuvaa kauppaa ovat alkaneet korvata erilaiset saneeraustoimet. Viimeisenä mainitut saneeraukset ovatkin nousseet todella kovaa, koska vanhat talot alkavat saavuttaa sen iän, jolloin sähkönjakelua täytyy päivittää nykyaikaiselle tasolle.

2 TIETOA YRITYKSESTÄ

Työskentelen Lahden Keskusvalmistus Oy:ssä, missä olen suorittanut tähänkin astiset kesätyöhön liittyvät harjoittelut. Lahden Keskusvalmistus on sähkökeskuksiin, komponenttimyyntiin sekä nykyisin uusien Finn-Powerin levytyökoneiden myötä erikoistunut ohutlevyihin. Yritys sijaitsee Lahdessa ja toimii 950 m²:n tiloissa ohitustien varrella.

Yritys on toiminut alalla vuodesta 1987 lähtien ja toimittanut keskuksia teollisuudesta omakotitaloihin, ja muutamana referenssinä mainittakoon Viking Malt (kennokeskuksia), Vuosaaren satama Helsingin (junavaunujen röntgenlaitteiston pääkeskus), ja ulkomaisina kohteina ovat olleet mm. EgyptAir Kairo (lentokoneenosien huollon puhdistuslinja), Sandvik (sähkökeskuksia useisiin kohteisiin ympäri maailmaa). Lahden Keskusvalmistus on FIMKOn hyväksymä, eli tuotteet ovat sertifioituja ja oikeutettu FI-merkin käyttöön.

Henkilöstöön kuuluu toimitusjohtaja, suunnittelija, kaksi kalustajaa ja kolme johdottajaa. Liikevaihto oli vuonna 2009 noin 1.1 milj. euroa. Vuonna 2010 yritykseen hankittiin Finn-powerilta levytyökone E5x, E100-3100 särmä sekä Exner työkalunhiomakone.

2.1 Toimintaympäristön/ toiminnan kuvaus

Lahden Keskusvalmistus Oy kuuluu toimialaluokkaan 27120 eli sähkönjakelu- ja valvontalaitteiden valmistus. Tällä alalla yritys pääsääntöisesti luokitellaan keskusvalmistajiin ja ohjauskeskusvalmistajiin, joiden tuotteet menevät erilaisten prosessien ohjaukseen. FI hyväksynnän omaavia yrityksiä alalla on noin 100.

Tyypilliset vallitsevat piirteet toimialalla liittyvät erittäin vahvasti asiakkaiden uskollisuuteen toimittajia kohtaan. Usein hyvän toimittajan takana on kuitenkin yksittäinen myyjä tai yhteyshenkilö, joka on saavuttanut pitkäaikaisten asiakkaiden parissa lähes ystävyysuhteen. Tällaisten

suhteiden johdosta ala on saavuttanut varsin vakiintuneita toimitusketjuja, joihin on uuden alalle pyrkivän yrityksen erittäin vaikea päästä.

Suomi voidaan periaatteessa jakaa kahteen suureen alueeseen, Itä-Suomi Savo- Karjalan alue, sekä länsi-Suomi keskittyen lähinnä Pirkanja Pohjanmaalle. Perustana on alun perin erään todella ison yrityksen tehtaiden sijainti, mikä on työllistänyt alihankkijoita lähiympäristöstä.

Tämän hetkiselällä kalustolla Lahden Keskusvalmistus Oy voisi valmistaa suuriakin eriä, mutta siihen ei toistaiseksi ole ollut tarvetta. Yritys pyrkii pitämään tilaukset kohtuullisissa mitoissa, jolloin se ei sitoudu liiaksi yhteen suureen tilaajaan. Toki toimitamme esimerkiksi saneerattavien kohteiden pääkeskukset sekä pienet yksittäiset asuntojen ryhmäkeskukset. Tosin nämäkään toimitukset eivät ylitä edes 500 identtisen yksikön rajaa.

3 KESKEISET TUOTTEET

Käytössä on kolme erilaista FIMKO:n hyväksymää sähkökeskusluokitusta, jotka ovat LKKO, LKKS, LKKE. Vuoden 2011 aikana on tarkoituksena hyväksyttää vielä yksi sähkökeskustyyppi, mikä on ensimmäinen itse suunniteltu ja toteutettu kokonaisuus.

LKKO (Lahden Keskusvalmistus koteloitukeskus) on useimmiten teollisuutteen menevät sähkökeskusmalli, jossa ulkoiset mitat vaihtelevat korkeuden osalta 300-1800 mm ja leveyden osalta käytetään kahta kentän leveyttä 500 mm ja 250 mm.



Kuva 3.1.1 LKKO

Kuvassa 3.1.1 on eräs yleisimmistä valmistettavista sähkökeskuksista eli LKKO, ja tämän yleisimmät käyttötarkoitukset ovat teollisuudessa sekä kiinteistöissä. Mitat eivät ole standardoituja, mutta hyvin yleisiä,

koska ajan kuluessa sähkökeskusten suurimmat valmistajat ovat käyttäneet pelkästään näitä. IP-luokitukseltaan koteloitukeskus voidaan laittaa toimintaperiaatteen mukaan kolmeen ryhmään 34, 44 ja 54. Näistä luokituksista on IP-54 käytetyin, koska usein vaatimuksena on suojaus pölyä ja roiskeita vastaan.

LKKS (Lahden Keskusvalmistus kosketussuojattukeskus), jonka yleisin käyttökohde on tehdas, toimisto, sekä asuinrakennusten kuivat tilat. Kasaaminen tapahtuu osien avulla joista muodostetaan kehikko, tämä antaa mahdollisuuden toteuttaa sähkökeskus uppo- ja pinta-asennuksena.



Kuva 3.1.2 LKKS

Kuvassa 3.1.2 on esitetty hyvin yleinen LKKS sähkökeskus, joka tulee toimimaan loppusijoituksena kerrostalon mittauskeskuksena. Näkyvillä oleviin ristikoihin sähkölaitos tuo mittarinsa ja alla oleviin sulakepesiin laitetaan tässä tapauksessa 3x 25A sulakkeet.

LKKE eli Lahden Keskusvalmistus Kennokeskus, on suunniteltu lähes yksinomaan teollisuuden järeään käyttöön. Maksiminimellisvirta on 2500 A, ja kote-

lointiluokat ovat IP-20...54. Sähkökeskus kasataan sokkelin päälle, jolloin se asennetaan tasaiselle alustalle. Tällä menetelmällä saadaan tuotua ja vietyä kaapelit mahdollisimman turvallisesti unohtamatta kohtalaisen helppoa asennettavuutta.

4 MARKKINOINTI

Yrityksen markkinointiin ei ole panostettu viimeisten vuosien aikana kovinkaan paljon, koska jatkuvan kysynnän johdosta siihen ei ole katsottu olevan välitöntä tarvetta. Aikaisempaa markkinointitilannetta voitaisiin kuvata suusta suuhun markkinoinniksi. Tällä hetkellä Lahden Keskusvalmistuksella on menossa mainostoimiston kanssa suunniteltu ulkoasun ”tuunaus”, eli pyritään uudistamaan yleisilmettä sekä tekemään kotisivuista helpommin lähestyttävät.

Nykytilanne antaa paremmat lähtökohdat panostaa rahallisesti markkinointiin, koska omien sähkökeskusmallien myötä yrityksellä on suurempi tarjonta myytäviä tuotteita. Aikaisemmin tarjolla olisi ollut vain sähkökeskuksia, mutta nyt yritys voi markkinoida itseään myös ohutlevypuolelle. Tämän pohjalta tehtiin toimitusjohtajan kanssa markkinointisuunnitelman sekä listattiin hieman arvioita sen mukana tulevista kustannuksista joihin olisi syytä varautua. Alla olevien taulukoiden 4.1 ja 4.2 avulla voimme tarkastella markkinointiin panostettavia alueita paremmin.

Taulukko 4.1 Markkinoinnilla lähestyttävät asiakkaat

Tuotteet/palvelut	Ohutlevytuotanto	Sähkökeskukset	Komponenttimyynti
Potentiaaliset asiakasryhmät			
Keskusvalmistajat	X		
Tele- ja viestintäoperaattorit	X	X	X
Kotimaisia asiakkaita	X	X	X
Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	X	X	
Koneenrakennus-teollisuus	X	X	X
Päijät-Hämeen teollisuus			

Taulukossa 4.1 on esitetty, miten markkinoinnin tulisi jakautua erilaisten asiakkaiden ja niiden vaatimusten mukaan.

Taulukko 4.2 Kohderyhmiin tehtävät toimenpiteet

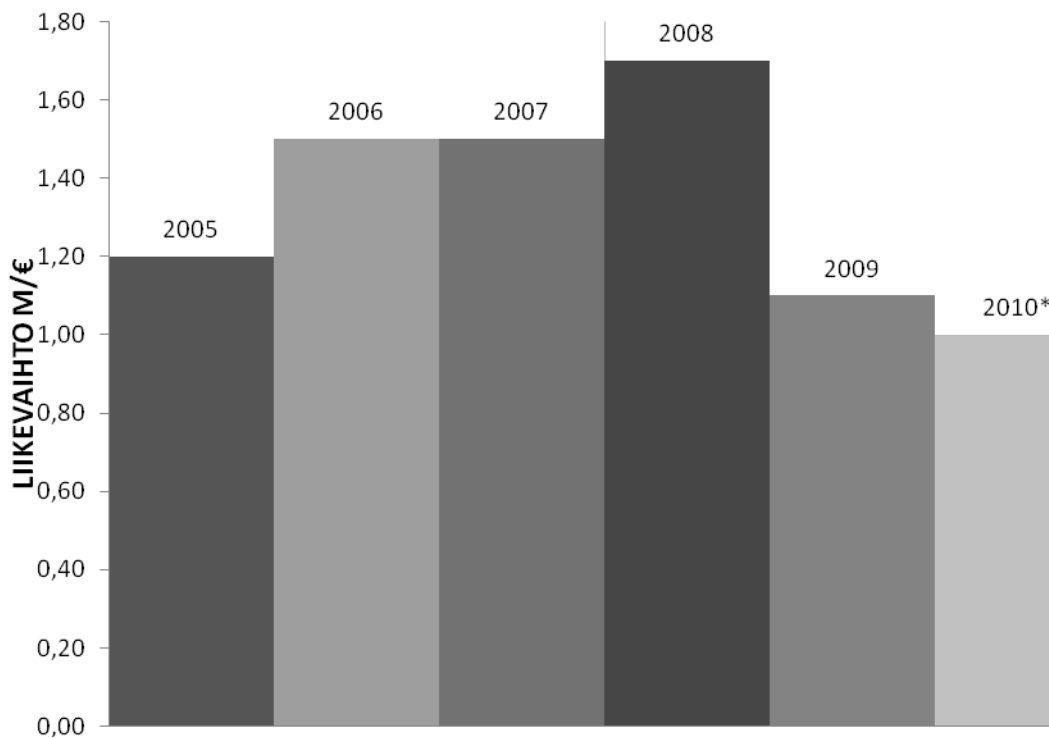
	Keskus-valmistajat	Tele- ja viestintäoperaattorit, ja julkinen infrastruktuurin ylläpito	Sähkö- ja elektroniikkateollisuus	Koneenrakennusteollisuus
Kohderyhmän valintakriteerit	Liikevaihto < x M€	Infrastruktuurin rakennus- ja ylläpito	Päijät-Hämeen ja pääkaupunkiseudun alueella toimivat yritykset	Päijät-Hämeen ja pääkaupunkiseudun alueella toimivat yritykset
Toimenpiteet	1Kotelosarjan hyväksyttäminen Fimko:lla Kohdennettu kirje keskusvalmistajille	1.Kohdennettu kirje operaattoreille	1 Kohdennettu kirje yrityksille 2 Mainosalan julkaisuihin	1 Kohdennettu kirje operaattoreille Mainosalan julkaisuihin
Yleiset toimenpiteet	Yritysilmeen suunnittelu ja uudistus. <ul style="list-style-type: none"> • web-sivujen layoutin uudistus • powerpoint-pohjien ja muiden pohjien suunnittelu Esitteiden ja muun paperimateriaalin painatus Messuosallistuminen: Syksy/2011: Alihankintamessut/Tampere			

	<ul style="list-style-type: none"> • osasto • standin suunnittelu • jaettavat esitteet ym. materiaali <p>Kevät/2012: Sähköalan messut/Jyväskylä</p> <ul style="list-style-type: none"> • osasto • standin suunnittelu • jaettavat esitteet ym. materiaali
--	---

Nämä kaksi yllä olevaa taulukkoa 4.1 ja 4.2 siis kertovat seuraavaa: mitä asiakkaita tulisi lähestyä ja miten sekä minkälaista budjettia tulisi varata vuodelle 2011, jos halutaan markkinointiin näkyvyyttä. Taulukossa ovat mukana myös oman kotelosarjan arvioidut hyväksyttämiskulut.

Taulukossa ensimmäisellä sijalla ovat toiset keskusvalmistajat, koska ohutlevykoneiden myötä voidaan laajentaa toimintaympäristöä ja saada uusia asiakkaita toimialalta, missä aiemmin toimimme kilpailijoina. Edellytyksenä on oman sähkökeskusmallin hyväksyttäminen, ja turvallisuuden toteaminen FIMKO:n toimesta.

Tällä pyritään saamaan lisää näkyvyyttä alalle, jolla yritys on koko historiansa vaikuttanut, sekä tärkeimpänä missiona haetaan työtä uusille koneille. Tämän kaiken yhdistämisen avulla voidaan saada liikevaihtoon nostetta, mikä pääasiassa tulee ohutlevypuolen tuotannon paranemisen seurauksena.



Kuva 4.1 Liikevaihdon muutos

Diagrammista voidaan todeta liikevaihdon laskeminen kiireisten huippuvuosien 2006-2008 jälkeen, tällä hetkellä vuoden 2010 liikevaihto on arvioitu noin miljoonaksi euroksi. Yritys työllisti vuoden 2009 kesään asti 13 henkilöä, joista viisi lomautettiin ja myöhemmin irtisanottiin keväällä 2010 talouden parantumattoman tilanteen ja teollisuuden heikentyneen kysynnän seurauksena. Näistä menoista johtuen vuodelta 2011 odotetaan paljon, koska tuolloin ei yrityksen talouteen ole tulossa mitään suurempia menoja.

Yrityksessä käyneille asiakkaille on esitelty uusia koneita, ja mitä niillä pystytään tekemään ja tuottamaan. Tämän ansiosta kyselyitä ja mielenkiintoa on tullut konekapasiteetin vuokraamisesta aina kustomoitujen tuotteiden valmistukseen asti. Tätä voidaan pitää erittäin hyvänä asiana, sillä asiakaskuntamme on jo nyt laajentunut sanan levittyä sähköpuolelta tuttujen asiakkaiden piirissä. Arviota liikevaihdon kasvusta on vaikea sanoa, lyhyellä aikavälillä vaikutus ei välttämättä ole iso. Tosin suurten investointien kanssa tulee katsoa tulevaisuuteen ja muistaa huomioida esimerkiksi erilaisten taloudellisten näkökulmien vaikutus

kokonaisuuteen. Asian eteenpäin viemistä helpottaa aikataulun tekeminen, mihin tulee merkata asiat, joita halutaan tiettyyn vaiheeseen mennessä toteuttaa. Esimerkiksi Lahden Keskusvalmistus Oy:n aikataulu käsittää markkinoinnin parantamisen sekä oman sähkökeskusrungon hyväksynnän FIMKO:lla. Ennen näitä "välttämättömiä" toimenpiteitä ei liikevaihtoon saada kovinkaan suurta muutosta. Tämä on riippuvainen nimenomaan ohutlevypuolelta saatavasta myynnistä, mutta myös muutaman vuoden päähän suunnitellusta maalauslinjasta.

5 TARJOUSLASKENTA

Tarjouslaskenta alkaa, kun asiakas lähettää tarjouspyynnön. Tähän sisältyy usein haluttu toimitusaika sekä tarvittavat komponentit ja tilat. Useilla muillakin aloilla on tarjousten laskeminen tarkkaa työtä, koska kilpailu on kovaa. Tästä syystä on luonnollista, että suurimmat määrät esimerkiksi yli 500:n kappaleen tarjouspyynnöt jätetään kokonaan laskematta. Tämä perustuu siihen, että suuremmat määrät ovat pienelle pk-yritykselle toki pitkäaikainen työllistäjä, mutta siihen liittyvät riskit ovat kovat.

Massojen laskeminen on kaikkein aikaa vievin osuus, koska on tärkeää laskea komponentit tarkkaan, jolloin saavutetaan katteelta ja hinnalta oikeat asiat. Kun massat saadaan ylös, lasketaan niihin tarkkaan katteet, joissa pyritään noin 30 %:n luokkaan. Tätä ei voida tietenkään lisätä suoraan hintaan, vaan komponenttien sisäänostohinta kerrotaan kateluvullan jolloin saadaan sisällytettyä siihen kuuluvat pienemmät osat.

Tarjouslaskennan apuvälineinä käytössä on tietokoneohjelmia, sekä kirjallisuutta. Ohjelmistojen avulla voidaan tarkkailla varaston tilannetta reaaliajassa, mikä puolestaan helpottaa tarjouslaskennan ja toimituspäivämäärien suunnittelussa. Varsinainen sähkökeskuksen ja komponenttien sijoittelu tapahtuu tietokoneella sähkösuunnitteluohjelmalla, mikä mahdollistaa myös kuvaan sijoiteltujen komponenttien tulostamisen ulos massalistana. Listaa hyödyntämällä vältetään komponenttien uudelleen laskemiselta vertaamalla sitä tarjouslaskennan ohessa syntyneeseen massamäärään. Komponentit mitkä eivät löydy suoraan varastosta, tilataan erillisen internetiselaimella toimivan tilauskannan kautta, tosin tämäkin vaihtelee valmistajien ja maahantuojien mukaan todella paljon. Erikoisimmat osat voivat hyvinkin venyttää tilauksen lopullista toimituspäivää viikoilla tai jopa kuukausilla, mutta näissä tapauksissa vastuu jakautuu KYSS 89 sopimusehdon mukaisesti.

5.1 Tarjouksen käsittely ja sisältö

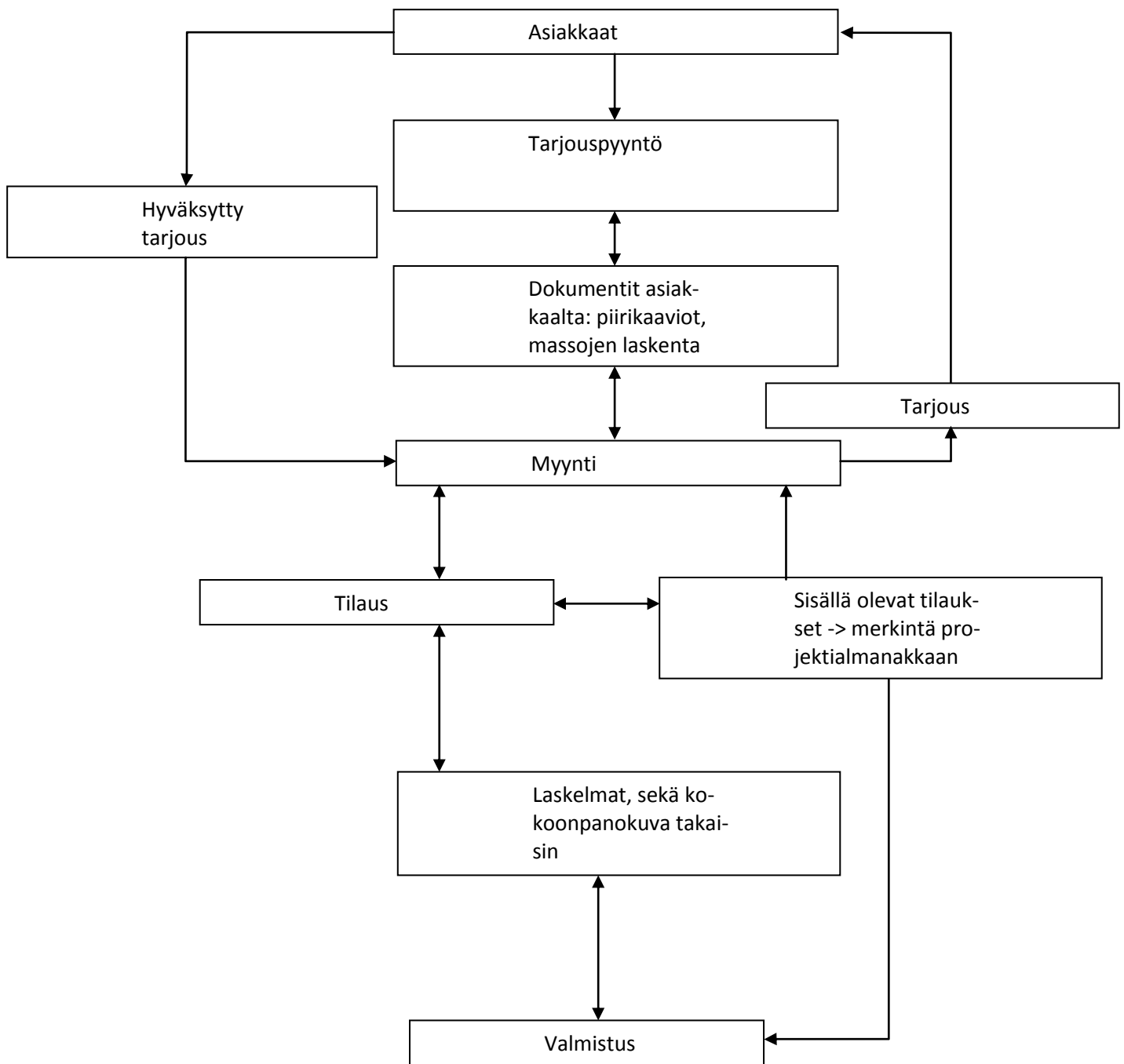
Tarjous lähetetään siinä ilmoitettuun ja haluttuun ajankohtaan mennessä. Vastaus tulee usein muutaman päivä sen jälkeen, kun tarjous on saavuttanut päämääränsä. Nykyään suurin osa tulee sähköpostin kautta, mutta myös telefax on käytössä edelleen. Tarjouksien lähettäminen pitää myös tehdä niin yksinkertaisessa muodossa kuin mahdollista, josta tulee ilmetä voimassaoloaika, sopimusehto, maksuehto, toimitustapa, arvonlisäveron määrä, takuu sekä muut erikseen sovitut asiat.

Liitteessä 2 on esimerkki yrityksessä käytössä olevasta tarjouspohjasta, jota voidaan muokata tarpeen vaatiessa myös englanninkieliseen muotoon. Tosin kyseisissä tapauksissa tulee ottaa huomioon eritoten ulkomaita sitovat sopimusehdot.

Kun viimein saadaan hyväksyntä, sijoitetaan haluttu tuote aikajanelle minne kaikki työt merkitään. Tämä takaa sen, ettei oteta enempää töitä kun voidaan tehdä. Yrityksessä voidaan samaan aikaan johdottaa kolmea tai neljää sekä kalustaa kahdesta viiteen keskusta. Valmiiden tuotteiden varastointiaika pyritään pitämään minimissä, mutta on tilanteita milloin esimerkiksi asiakkaan omassa projektissa on tullut esteitä eikä sähköjä voida sen vuoksi asentaa aikataulussa.

Alla on kuvattuna tarjouslaskenta prosessipuuna, minkä tarkoitus on hahmottaa kyseisen toimenpiteen kulkua.

Kuva 5.1.1 Tarjouslaskennan prosessikuvaus

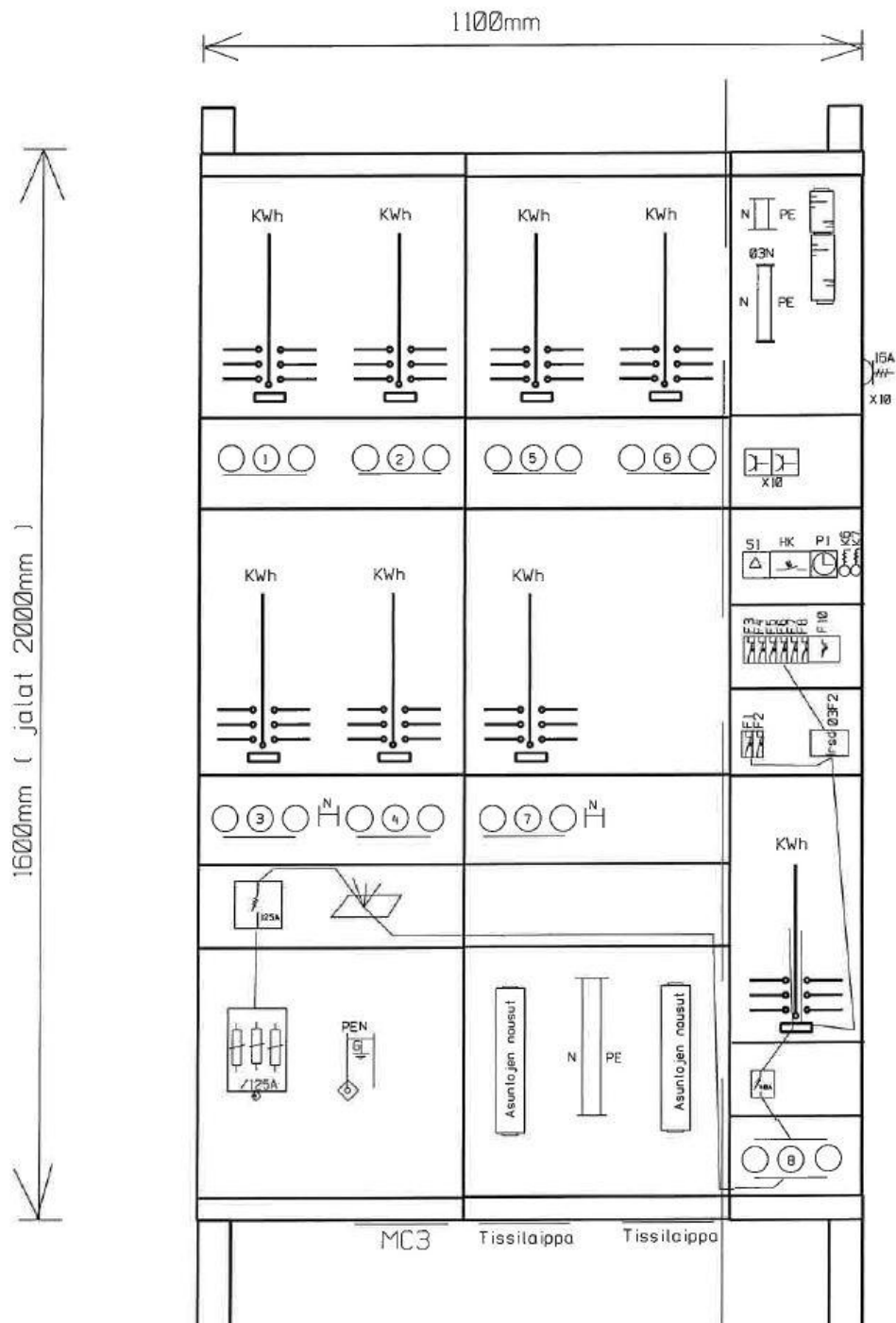


Kuvassa 5.1.1 on esitetty tarjouslaskennan kulku kaavion avulla, ja siitä käy ilmi erilaisten toimenpiteiden kiinnittyminen toisiinsa.

6 SUUNNITTELU

Sähkökeskuksen valmistamisen perustana yrityksessä toimii ohutlevysuunnittelu, minkä tarkoituksena on luoda siisti ulkoasu tinkimättä asennusmukavuudesta ja toimivuudesta. Suunnittelutarpeet koostuvat asiakkaiden toiveista sekä tarjolla olevista mahdollisista ratkaisuista. Hyväksytyjen prosessien eteneminen valmiiksi tuotteeksi on erittäin joustavaa, koska pienessä yrityksessä tiedon kulku ja ongelmien ratkaisu on joustavampaa kuin suurissa tehtaissa. Nämä auttavat myös siinä, ettei eri valmistusprosessien mukana tarvitse kuljettaa erillistä dokumenttia työvaiheista. Yleisimpänä tilanteena asiakas toimittaa piirikaaviot, sekä ilmoittaa mahdolliset toiveet ulkomittojen osalta. Ohutlevysuunnittelu toteutetaan Vertex G4-ohjelmalla, joka mahdollistaa 3D-suunnittelun. Tämän lisäksi käytössä on AutoPol-särmäysohjelma, minkä avulla saadaan laskettua taivutuksessa syntyvä materiaalin venymä. Ohjelma myös laskee mahdolliset taivutukset, sekä näyttää jos kappaletta ei mahdu särmäämään eli tarkistaa mahdolliset törmäykset.

Sähkökeskuksen suunnittelussa tulee huomioida maksimiulkomitat, sillä usein tuote toimitetaan tilaan missä ei välttämättä ole ylimääräisiä metrejä. Suunnittelussa pyritään olemaan tarpeen vaatiessa tiuhaan yhteistyössä asiakkaan kanssa, sillä käyttöolosuhteet on huomioitava erityisen tarkkaan. Parannuksista ja kehitysjatoksista keskustellaan aina, ja näin pyritään löytämään edullisimpia sekä parempia ratkaisuja. Komponenttien sijoittelu tehdään siten, että johdotaminen on mahdollisimman helppoa. Kun tämä tehdään huolellisesti, on esimerkiksi asentajien tai huoltomiesten helppoa jäljittää vika. Keskuksesta piirretty kokoonpanokuva lähetetään tilaajalle hyväksyttäväksi, minkä jälkeen päästään vasta tosi toimiin. Tärkeää on, että kokoonpanokuvasta ilmenee aikaisemmin mainitut tärkeät ulkomitat sekä komponenttien asennusjärjestys.



Kuva 6.1 Sähkökeskuksen kokoonpanokuva

Kuvassa 6.1 on esitetty sähkökeskuksen kokoonpanokuva, jonka pohjalta se tullaan kasaamaan. Tässä kokoonpanokuvassa on erään rivitalon jakokeskus, missä on huoneistokohtaiset kWh-mittarit sähkölaitoksen etämittausta varten. Muita komponentteja ovat mm. 125 A pääkytkin, riviliittimet asuntojen nousuille, vikavirtasuojauskytkin ja sen perässä automaattisulakkeita. Keskuksen koko on 1600 mm X 1100 mm X 160 mm (korkeus X leveys X syvyys), jaloilla toimitettu-

na kokonaiskorkeus on 2000mm. Laippoina tässä keskuksessa on käytetty MC3:a, sekä kahta "tissää" eli MC10-30-multilaippaa.



Kuva 6.2 MC3 laippa

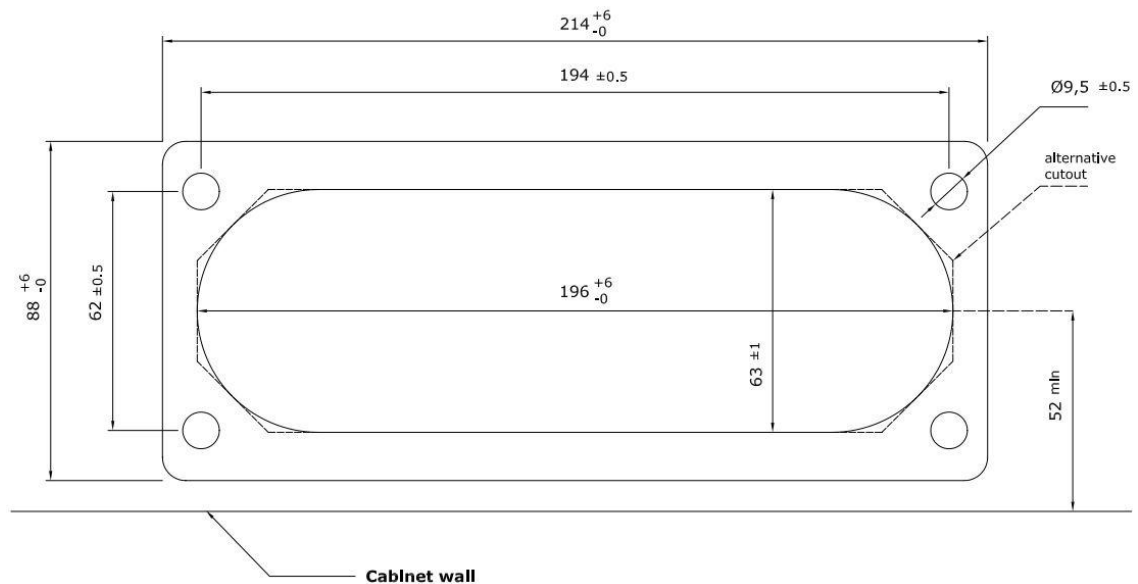
Kuvassa 6.2 on laippa MC3, joka on valmistettu metallirunkoon ja päällystetty polymeerillä. Tätä voidaan käyttää tiivisteinä seuraaville kaapeleille: 2 x 24- 54 mm, 1x 30-60 mm, 4 x 8-16 mm kyseisillä kaapeleilla sähkökeskus saadaan tiivistettyä IP65 luokitukselle sopivaksi laippojen puolesta. Tällöin laipat antavat täydellisen pölytiiveyden sekä vesisuihkun suojan joka suunnasta. Jos laipasta viedään kaikki yllä mainitut seitsemän kaapelia, muuttuu luokitus IP65:sta IP54:ään. Tällöin laippa on suojattu pölyltä, ja se kestää vesiroiskeita olematta kuitenkaan täydellisen tiivis. MC3-laipan tarkoitus on esimerkkikeskuksessa tiivistää ja suojata syöttökaapelia, joka tuodaan tässä tilanteessa pohjasta.



Kuva 6.3 MC10-30 laippa

Kuvassa 6.3 on laippa MC10-30, jolla voidaan tiivistää seuraavat kaapelit: 8 x 10-30 mm, 2 x 0.7-12 mm. Esimerkkikuvassa laippaa hyödynnetään esimerkiksi kun sähköjohdot tuodaan asunnoilta keskuksen riviliittimille, jotka on merkitty asuntojen nousu nimellä kokoonpanokuvaan.

Yleisesti ottaen laippoja on tarjolla useita erilaisia, mutta nämä kaksi mainittua ovat yleisimmät. Laipat sopivat standardoituun C-aukkoon.



Kuva 6.4 C-standardi-aukko

Kuvassa 6.4 on esitetty standardi C-aukko, minkä mukaan laippojen paikat mitoitetaan sähkökeskuksiin. Kuvasta käy ilmi myös sallitut toleranssit, esimerkiksi kiinnitysreikien suurin sallittu vaakasuunnassa tapahtuva etäisyyden heitto saa olla ± 0.5 mm.

Monien vaihtoehtojen joukosta nostaisin kuitenkin esille myös laipan MC2x8-67, joka on halkeava erikoislaippa suurille kaapeleille.



Kuva 6.5 MC2x8-67 halkeava erikoislaippa

Kuvassa 6.5 on esitetty MC2x8-67 erikoislaippa, joka soveltuu matala- ja keski-tehoisten virtajohtojen ja erityyppisten putkien läpivientiin. Kokoluokaltaan multi-laippa tiivistää kaapelit 2x8-67 mm, eli kestää kohtalaisen järeänkin ratkaisun.

5.1 Sähkösuunnittelu

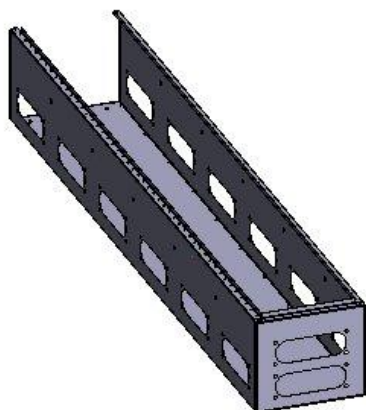
Sähkösuunnitelmien laatiminen vaatii oikeanlaista komponenttien tietämystä ja hallintaa, sillä jos ei tiedä fyysisiä mittoja, voi sijoittelu olla kallustamisvaiheessa tai viimeistään johdottaessa erittäin hankalaa. Siksi

käytetään niin sanottua modulointia, jolloin tiedetään tarkalleen miten suuren tilan mikäkin osa vie sähkökeskuksen sisällä. Tämän tekniikan kautta vältetään ahtamasta keskusta liian täyteen, eli saadaan optimaalinen sisältö. Esimerkiksi 500 mm leveään kenttään saadaan mahtumaan 24 moduulia rinnan, minkä perusteella suunnittelua tehdään. Sähkösuunnittelussa käytämme Vertex ED ohjelmaa, minkä avulla komponenttimäärät saadaan suoraan tulostettua, eikä niitä ei tarvitse silmäämääräisesti enää laskea. Varsinaisen piirikaavion suunnittelun on hoitanut yleensä suunnittelutoimisto, mistä ilmenee: malli, ip- luokitus, osastointi, noudatettava standardi, EMC- ympäristö, nimellisvirta, nimellisjännite ja erilaiset suojaukset.

Asiakirjojen ja kokoonpanokuvien säilyttäminen hoidetaan pääasiassa sähköisessä muodossa, tietysti käytössä on edelleen myös paperidokumentointi. Sähköinen tallentaminen tapahtuu työpäätteiltä serverille, jolloin jokainen piirretty ja tallennettu kuva löytyy vakavammankin vian sattuessa.

5.2 Ohutlevysuunnittelu

Ohutlevyn suunnittelu alkaa kappaleen piirtämisestä 3D ohjelmalla, jolloin voidaan tietokoneen kautta tarkastella osien ja kappaleiden yhteensopivuutta.



Kuva 6.2.1 3D- ohjelmalla piirretty sähkökeskuksenrunko

Kuvassa 5.2.1 on kuvattu suunniteltua runkoa ja pyritty havainnollistamaan se mitä tarkoitetaan ns. omilla toleransseilla. Tässä pääty on kiinnittynyt runkoon, jossa päädyn ja rungon yhtenäisten osien välinen toleranssi on 0,1 mm eli niiden kohtien osalta mitkä ovat kiinnityksissä toisiinsa oikeassa kokoonpanossa.

Rungon kokoonpanokuvan jälkeen siirrytään AutoPol-särmäysohjelmaan, sen avulla saadaan laskettua tarkkaan kanttien särmäyksessä aiheuttama venymä. Tämä tieto on tärkeä jotta saadaan osat sopimaan toisiinsa, sillä 0,1mm toleranssit eivät jätä kauheasti pelivaraa. AutoPol laskee venymän sinne syötettyjen tietojen perusteella, jotka on saatu tekemällä särmällä testikappale ja ottamalla siitä tiettyjä mittoja. Jokaiselle materiaalille pitää tehdä oma perustietonsa, koska materiaalin paksuus määrää myös särmässä käytettävät terät. Tietynlaisella terällä voi taivuttaa vain tietynlaisia materiaaleja, jolloin venymätkin ovat erilaisia.

AutoPolista saadaan ulos 3D-kappaleen levityskuva, joka viedään levytyökoneen omalle työstöohjelmalle nimeltä NCeXpress. Tämä pitää sisällään kaikki työkalut joita levytyökoneessa on sekä tarkat konetiedot. Levityskuva siis tuodaan ohjelmaan, missä se "kalustetaan" eli määrätään mihin työkalun iskut tule-

vat mihinkin kohtaan. Kalustamisen jälkeen seuraa ”nestaus”, missä kalustetut osat siirretään ennalta määritetyn kokoiselle pellille. Nestaus näyttää kuinka paljon osia voidaan asetella, sekä laskee automaattisesti levyn käyttöprosentin. Ihanneluku on yli 75 %:n luokkaa, koska tähän lukuun päästessä voidaan sanoa levyn olevan hyvin suunniteltu. Ennen varsinaista tiedon siirtämistä voidaan levyn ajo simuloida, jolloin nähdään paremmin esimerkiksi iskujärjestys. Iskujärjestystä voidaan muuttaa tarpeen vaatiessa optimaalisempaan suuntaan, millä saadaan läpimenoaika pienennettyä. Pienempi läpimenoaika rasittaa myös vähemmän konetta, koska edestakaiset liikkeet vähenevät. Lopuksi NCeXpress antaa ulos numeraalista koodia, mikä vie joko verkon tai USB- tikun avulla itse levytyökoneelle. Tämän jälkeen kone suorittaa koodissa olevat toimenpiteet, mikäli muutoksia ei haluta enää tehdä. Koodit tallentuvat koneen omalle kovalevylle ja niitä voidaan tarpeen mukaan käyttää ilman, että tarvitsee aina tehdä uutta nestiä.

Ulos saadut osat voidaan siirtyä särmäämään, jolloin ne viimeistään saavuttavat halutun muodon. Tämä prosessi saadaan helposti vietyä läpi kun käytetään AutoPol-ohjelmalla saatua koodia sekä paperista kanttausohjetta.

Yleisesti tämän hetkisillä levytyökoneessa olevilla työkaluilla voidaan työstää 0.75- 3 mm paksua kuumasinkittyä teräslevyä sekä muutamia erikoismateriaaleja. Yleisimpänä materiaalina tällä hetkellä on käytössä 1.25mm kuumasinkitty-teräs, sillä tämän avulla saavutetaan riittävä kestävyys sekä helppo käsiteltävyys. Useimmat käytössä olevat sähkökeskukset tehdään kyseisestä materiaalista käsittelyn helpottamisen vuoksi. Tällä hetkellä 1.25 mm:n kuumasinkityn menekki on noin 5 000 kg/kk, tämä määrä on otettu väliltä 1.1.2011- 1.3.2011. Kyseinen kulutus syntyy ilman minkäänlaista purku- tai lastausautomaatiikkaa, joten määrä voidaan helposti tuplata oikeilla koneilla. Tietysti uudet laiteinvestoinnit vaativat kysyntää, koska tähän asti levyistä on tehty tuotteita lähinnä omaan käyttöön.

6.3 Standardit sähkösuunnittelussa

Jakokeskusten suunnittelussa päästään hyvin pitkälle, kun pohjana käytetään jakokeskuksia koskevia määräyksiä ja standardeja. Nämä löytyvät esimerkiksi Suomen sähkö- ja teleurakoitsijaliiton julkaisemasta jakokeskusoppaasta, sekä tietysti myös Sähköalan säännökset 2010-kirjasta. Jälkimmäisessä on selostettu yksityiskohtaisemmin eri toimialojen omista säännöksistä sekä lakipykälistä. Kyseisen kirjan määräykset on laatinut kauppa- ja teollisuusministeriö, nykyisin työ- ja elinkeinoministeriö.

Seuraavat standardit koskevat sähköasennusten ja laitteiden yleisiä turvallisuusvaatimuksia:

- 1) Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta 1694/93, CE- merkkiä koskeva täydennys 922/94. (Jakokeskusopas 1997, 11).
- 2) Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden ja –laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta 1696/93, CE- merkkiä koskeva täydennys 923/4. (Jakokeskusopas 1997, 11).
- 3) Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköasennusten turvallisuudesta 1396/94. (Jakokeskusopas 1997, 11).
- 4) Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköturvallisuuslain soveltamisesta 657/96. (Jakokeskusopas 1997, 11).

7 KALUSTAMINEN

Sähkökeskuksen kalustamisessa on oleellista huomioida vaadittavat IP-luokitukset, sillä tällöin voidaan varmistua että tuotteesta tulee turvallinen niin käyttäjälle kuin ympäristöllekin. Yleisimpänä luokituksena on IP54, jolloin sähkökeskus on suojattu pölyltä ja suoralta vesiroiskeelta. Tätä vaativammat keskustyypit joudutaan usein suunnittelemaan, ja tilaamaan erikoisvalmistajilta. Kalustaminen suoritetaan saadun kokoonpanokuvan avulla, mistä ilmenee komponenttien lopullinen sijoitus keskuksessa. Tässä vaiheessa tulee viimeistään ilmi suunnitelmissa tapahtuneet virheet, jolloin ne voidaan oikaista ilman suurempia ongelmia.

Kalustamisessa tulee huomioida jakokeskusten rakennetta koskevat standardit sarja EN 60439, joka on jaettu päästandardeihin ja erityisstandardeihin. Näissä käydään läpi erilaisia erikoisvaatimuksia sekä poikkeavia teknisiä rakenteita. Sen pääasiallisena tarkoituksena on vahvistaa keskusten ja niiden osien määritelmät, kuvata keskusten ympäristöolot sekä antaa keskusten rakennetta, teknisiä arvoja ja testausvaatimukset.

Kalustaminen aloitetaan valitsemalla kokoonpanokuvan mukainen runko tai rungot sekä vaadittava määrä DIN-kiskoja. Jos runkoja on useampi kuin yksi, kiinnitetään ne toisiinsa pulttien avulla ja välit tiivistetään silikonilla. Kalustaminen onnistuu ilman mitään kalliita erikoistyökaluja, mutta mahdollisimman tehokkaan läpimenoajan saamiseksi käytössä on monia apuvälineitä. Hyvä esimerkki on popniittipyssy eli tämän vaiheen suurin nopeuttaja, sillä yhteen runkoon voi mennä jopa satoja niittejä.

Kokoonpanoja tehdessä tulee ottaa huomioon sähkökeskuksen loppusijoitus, koska tällaisissa tapauksissa voidaan joutua tekemään erikoisratkaisuja rakenteen ja suunnittelun suhteen. Usein ulkotiloissa voidaan joutua asentamaan sähkökeskuksen sisustaan tiivistemattoja, joiden tarkoitus on vähentää lämpötilojen tuoman kosteuden tiivistymistä runkoon. Voidaan kuvitella tilanne jolloin keskuksen ulkopuolella on pakasta -25 astetta, ja sisällä on komponenttien tuomasta lämmöstä riippuen joitakin plusasteita mikä aiheuttaa mahdollisen sisäkosteuden kondensoitumisen. Kosteuden kerääntyminen rakenteisiin ei ole suotavaa, mahdollisten vaaratilanteiden ja käyttöiän lyhenemisen vuoksi. Vastakohtana voidaan esittää sähkökeskuksen sijoittaminen esimerkiksi kuumaan konehuoneeseen tai teollisuushalliin, tällöin taas komponenttien aiheuttama ylimääräinen lämpö pyritään poistamaan puhaltimien avulla rungon sisältä. Teollisuuteen menevät tuotteet kasataan hyvin usein oman sokkelin päälle, koska syötöt tulevat keskuksen alta. Sokkelia käytetään usein myös ulkotiloissa esimerkiksi katujakokaapeissa, tällaisissa tapauksissa syöttö tulee maan alta, eli normaali pinnalle tuleva asennus ei ole mahdollinen.



Kuva 7.1 Katujakokaapin sokkeli

Kuvassa 6.1 on maahan upotettava katujakokaapin sokkeli, missä syötön on tarkoitus tulla edestä. Tästä syystä etureunassa oleva pelti on kiinnitetty ruuveilla ja siitä on kantattu terävät reunat siten etteivät ne hankaa kaapelia. Näin isot sokkelit ja kaapit joudutaan poikkeuksetta tekemään yksittäiskappaleina, koska mitat ja asennuspaikat vaihtelevat paljon.



Kuva 7.2 Katujakokaapin sokkeli sisältä

Kuvassa 7.2 voidaan huomioida sisällä oleva pitkittäin oleva tukirauta, jonka tarkoituksena on tukea sisälle tulevia kaapeleita. Sokkeli ei itsessään tarvitse varsinaisia tukirautoja, koska se koostuu kahdesta erillisestä sivulevystä sekä erillisistä päätylevyistä. Tällainen useasta osasta kasattu rakenne antaa mahdollisuuden jäykempään ratkaisuun vaatimatta kuitenkaan erillisiä vahventeita.

8 JOHDOTTAMINEN

Johdottaminen tapahtuu asiakkaan lähettämien suunnitelmien mukaan, eli sähkökuvista lukemalla. Tämän perustana on hyvin tehdyt kokoonpanokuvat, jolloin johdottamisen pitäisi olla selkää ja mahdollisimman tehokasta. Johdotusta ja suojausta koskevat standardit ja säännökset löytyvät SFS 6000-kirjasta, jossa niitä on käsitelty jakokeskusstandardien luvussa.

Käytetyimpänä johtona sähkökeskuksen sisäisissä asennuksissa ovat ML 1,5 mm², 2,5 mm² sekä MKEM 4-150 mm². ML on PVC-muovilla eristettyä kuparilankaa, ja sitä voidaan käyttää asennusputken sisällä tai sisäiseen johdotukseen. MKEM on myös PVC- muovilla eristettyä, mutta hienosäikeistä kupariköyttä. Molempien kaapeleiden paloturvallisuusluokka on F2, jolloin yksittäinen kaapeli on paloa levittämätön. Kaapeli kestää myös 1- 8 minuuttia 1kW:n propaanipolttimella kuumentamista, tämä aika riippuu johdon halkaisijasta.



Kuva 8.1 ML Asennusjohdin



Kuva 8.2 MKEM Asennusjohdin

Syöttökaapeleina käytämme yleisesti MCMK kuparivoimakaapelia, ja

AXMK alumiinivoimakaapelia. MCMK kaapeli on eristetty PVC-muovilla, kosketussuojajana toimii kerros kuparilankoja sekä kuparinauhasidos. Soveltuvuus on hyvä niin sisäiseen kuin ulkoiseen asennukseen. Toista usein käytetyistä voimakaapeleista eli AXMK:ta sovelletaan myös kiinteään asennukseen sisällä ja ulkona. Eristyksenä toimii säänkestävä PEX-muovi, ja vaippana PVC-muovi.



Kuva 8.3 MCMK Kuparivoimakaapeli

Kuvassa 8.3 on esitetty voimakaapelin rakenne, josta nähdään hyvin rakenne. Sisäinen rakenne on jakautunut pyöreään kuparilankaan ja kupariköyteen sekä pehmeäksi hehkutettuun sektorinmuotoiseen kupariköyteen. Paloluokaltaan MCMK on F4B, eli kestävyys tulee olla 3,5 litraa/metri palavaa materiaalia 40 minuutin polttoajalla.



Kuva 8.4 AXMK Alumiinivoimakaapeli

Kuvassa 8.4 on esitetty alumiinisen voimakaapelin rakenne, jonka osina toimivat pyöreä pehmeäksi hehkutettu alumiiniköysi, pyöreä alumiiniköysi, sektorin muotoinen alumiiniköysi, sekä pehmeäksi hehkutettu alumiiniköysi. AXMK:n paloluokka on F2.

9 SÄHKÖKESKUKSEN TESTAAMINEN

Ennen kuin sähkökeskukseen voidaan laittaa virrat testaamista varten, pitää suorittaa seuraavat toimet erittäin huolellisesti. Tämä on syytä tehdä varsinkin silloin, kun kyseessä on monimutkainen sekä useita komponentteja sisältävä kokoonpano.

Ensimmäisenä tarkastetaan sähkökeskuksen johdotus silmämääräisesti, minkä jälkeen voidaan siirtyä lukkojen ym. liikkuvan mekaniikan tarkistamiseen. Johtimien ja komponenttien oikea sijoittelu sekä asennus ovat tärkeässä osassa, unohtamatta kotelointiluokan sekä ilma- ja pintäväljen tarkastusta. Myös arvokilvet tulee käydä läpi ja tarkistaa komponenttien sijoittelu asiakkaalla hyväksytetyn kokoonpanokuvan vaatimalla tavalla.

Tämän jälkeen voidaan siirtyä sähköisen toiminnan tarkastukseen, eli käydään läpi piirikaavio. Jos huomautettavaa/korjattavaa ei ilmene voidaan suorittaa sähköinen toimintakoe. Tämän operaation yhteydessä suoritetaan kosketusjännitesuojauksen ja suojamaadoituksen sähköisen jatkuvuuden tarkistus.

Tietysti testaamisen jälkeen tehdään pöytäkirja, joka takaa ettei asiakkaalle toimitettava tuote ei ole viallinen eikä myöskään vaarallinen.

Jakokeskusten eristeiden testaamista säädetään SFS 6000 kohdan 612 jännitelujuustestissä, missä pääpiirille johdetaan 2500 V yhden sekunnin ajan. Jännitelujuustesti tehdään, koska TUKES:in ohjeen mukaan jakokeskuksen asennuspaikalla kiinnittänyt urakoitsija ei ole sitä velvollinen tekemään.

Lahden Keskusvalmistus Oy
Hallinkatu 5
FIN-15300 LAHTI

KAPPALETETAUKSEN PÖYTÄKIRJA
(Jakokeskukset SFS-EN 60439)

Asiakas: Jartek Oy
Keskustunnus: MK-1-ME-2
Työ numero: 3443
Merkki: Linwood Os

Tarkastaja: Jouni Asse
Päiväys: 7-2-2011
Kalustaja: Jale
Johdottaja: Jouni Heikka
Viimeistelijä: —

1. RAKENNE

- Kehikko Koteloitu
 Kenno Muu

- | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------|
| Hyv. | | Huom. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.1 Koteloituiluokka IP <u>44</u> | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.2 Kiinnitystarvikkeet ja nostosilmukat | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.3 Ovet, kannet, salvat | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.4 Ulkoisen johdon liittimet | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.5 Ulkoisen johdon asennustilat | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.6 Johtaukset | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.7 Kaapelikiinnityskiskot | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.8 Kosketussuojat | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.9 Putoamissuojat | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.10 ilma-, pinta- ja erotusväli | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.11 Komponenttien asennus | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.12 Johtimien asennus | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.13 Kiskoliitokset | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.14 Johdinsiitokset | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.15 Johtimien poikkipinnat | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.16 Johtimien merkintä | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.17 Muutosuhteet (virtamuunt.+ jännitel.) | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.18 Relealueet | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.19 Arvokilpi | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.20 Merkintäkilvet, kojettunnukset | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.21 Muut kilvet ja merkit | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.22 Rajaukset | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1.23 Sinetöinnit | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 1.24 Muut | <input type="checkbox"/> |

2. MAADOITUKSET

- | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2.1 Keskuksen maadoitus | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2.2 Komponenttien maadoitus | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2.3 Ovet ja kannet | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2.4 Maadoitusvälineet ja liittimet | <input type="checkbox"/> |

3. MEKAANISEET TOIMINTAKOKEET

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Hyv. | | Huom. |
| <input type="checkbox"/> | 3.1 Katkaisijat | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 3.2 Erottimet | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3.3 Kytkimet | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3.4 Varokeytkimet | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 3.5 Lukitukset | <input type="checkbox"/> |

4. SÄHKÖISET TOIMINTAKOKEET

- | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Hyv. | | Huom. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4.1 Vaihejärjestys | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4.2 Apu- ja ohjauksjännitteet | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4.3 Komponentit | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4.4 Paikallisojaukset | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4.5 Kauko-ohjaukset | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 4.6 Lukitukset | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 4.8 Hälytykset ja merkinannot | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 4.9 | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 4.10 | <input type="checkbox"/> |

5. MITTAUKSET

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5.1 JÄNNITEKOE | <input type="checkbox"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5.1.1 Pääpiiri | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 5.1.2 Apupiiri | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 5.2 ERISTYSVASTUSMITTAUS | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 5.2.1 | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 5.3 Väli N - PE | <input type="checkbox"/> |

6. LÄHTÖSELVITYS

- | | | |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 6.1 Asennus- ja käyttöohjeet | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 6.2 Piirustukset | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 6.3 | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | 6.4 | <input type="checkbox"/> |

Testauslaitteiden toiminnan tarkastus

PUUTTAVAT OSAT

Nimi tai laji	Osaluettelo		kpl	Arvioitu toimitusaika
	Numero	Rivi		

Kuva 9.1 Testauspöytäkirja

Kuvassa 9.1 on esitetty standardi SFS-EN 60439:n mukainen kappaletestauksen pöytäkirja. Jokaisen sähkökeskuksen mukana toimitetaan sille tehdyn testauksen pöytäkirja, minkä tarkoituksena on antaa asiakkaalle tieto tuotteen turvallisuudesta. Jokaisesta testauspöytäkirjasta jää myös yritykselle arkistoihin

yksi kappale, jonka tarkoituksena on toimia pohjana mahdollisen vikatilanteen tai riidan sattuessa. Testattavat kohteet jaetaan seuraavasti: rakenne, maadoitukset, mekaaniset toimintakokeet, sähköiset toimintakokeet, mittaukset ja lähtöselvitys. Näiden tietojen lisäksi dokumenttiin tulee merkitä puuttuvat osat sekä asiakas, keskustunnus, työ numero, merkki, tarkastaja, päiväys, kalustaja, johdottaja ja viimeistelijä. Tietojen avulla käytön tai verkkoon kytkemisen yhteydessä sattuva ongelmatilanne pystytään jäljittämään hyvinkin tarkkaan, ja tämä helpottaa myös asiakkaan vianselvitysprosessin kulkua.



Kuva 9.2 Jännitetestauslaitteisto

Kuvassa 9.2 on esitetty sähkökojeistojen jännitetestauslaitteisto. Tähän kokonaisuuteen kuuluu varsinainen testauslaite sekä keskus mistä saadaan sähkö ohjauspiirien testaamista varten. FIMKO kalibroi laitteiston tehdasauditoinnin yhteydessä vuosittain sekä myös tarkistaa laitteen pätevyyden kyseiseen käyttötarkoitukseen.

10 VALMIIN TUOTTEEN TOIMITTAMINEN

Sähkökeskuksen pakkaaminen tapahtuu usein lavan päälle mikä takaa mahdollisimman tukevan, ja kuljetusturvallisen paketin. Tämä tapa antaa mahdollisuuden käyttää apuna metallista tai muovista vannetta. Lähes jokainen sähkökeskus pakataan muoviin siten, ettei se esimerkiksi sateella lastattaessa tai purettaessa pääse kastumaan. Kun kyseessä on suurempi kokonaisuus, voidaan keskus lähettää useammassa osassa. Tällöin tarpeen vaatiessa se saadaan mahtumaan pienempäänkin tilaan ilman, että tarvitaan rakenteellisia erikoisratkaisuja itse kohteessa.

Rahdin hoitavat muutamat yritykset joiden kanssa Lahden Keskusvalmistuksella on sopimukset, joissa on myös otettu huomioon mahdolliset rahdin vakuuttamiset. Voimassa olevan sopimuksen mukaan vastuu rahdista siirtyy itse rahtiyritykselle kun sähkökeskus lähtee pihasta. Tosin tämäkin voidaan tulkita monella tavalla, sekä tarkemmat pykälät että määräykset käyvät ilmi tiekuljetussopimuslaista 23.3.1979/345.

Rahdinkuljettajaa sekä lähettäjää koskevat monenlaiset säännökset. Kuten laki aina, voidaan riitatilanteita tulkita monella tavalla. Kannattaa tosin tietää rahdin vastuun siirtymisen tarkemmat ehdot jolloin tavara ei ole enää ns. omissa käsissä, vaan vastaanottajan tai rahtaajan.

Rahdin suunnitteluun tulee varata riittävästi aikaa, tosin reittiä ei suunnitella itse. Lähettäjän tulee huolehtia siitä, ettei pakkaus vahingoita ketään eikä siitä aiheudu haittaa. Näissä tapauksissa tulee muistaa seuraava” Lähettäjä on velvollinen korvaamaan rahdinkuljettajalle vahingon ja kustannukset, jonka tavarahan puutteellinen pakkaus aiheuttaa henkilölle, moottoriajoneuvolle, varusteille tai muulle tavaralle. Korvausvelvollisuutta ei kuitenkaan ole, jos puutteellisuus oli ulkoisesti havaittavissa tai

rahdinkuljettajan tiedossa hänen ottaessaan tavaran kuljetettavakseen eikä hän ole tehnyt siitä varaamaa. Kotimaisessa kuljetuksessa yksityishenkilönä toimiva lähettäjä on kuitenkin velvollinen korvaamaan vahingon vain siltä osin kuin se johtuu hänen virheestään tai laiminlyönnistään (Tiekuljetussopimus 23.3.1979/345 3 luku §14).”

10.1 Korvaukset

Tuotteen toimittamiseen liittyvät lakisääteiset asiat käyvät ilmi KYSS 89 yleisestä sopimuksesta, jota käytetään sähkökojeistojen ja jakokeskusten toimittamisen yhteydessä. Yleisimmät tapaukset jolloin toimittaja joutuu korvausvastuuseen, ovat tuotteen viivästyminen sekä laitteen raaka-aine ja valmistusvirheet. Virhetilanteissa siis sovelletaan sopimusta, riippuen rikkomuksesta. Esimerkiksi tuotteen viivästyisestä KYSS 89 sanoo seuraavaa: ”Keskusten toimituksen viivästyessä myyjästä johtuvasta syystä on ostajalla oikeus sopimussakkoon siitä päivästä lähtien, jona toimituksen olisi pitänyt tapahtua. Sopimussakko on 0.5% jokaiselta täydeltä viivästysviikolta, kuitenkin enintään 7.5% sen keskuksen hinnasta, jota ei voida viivästykseen vuoksi toimittaa (KYSS 89).”

11 ALIHANKINTA

Alihankinnasta kertominen on hyvä aloittaa sillä, mikä on yrityksen oma asema alihankinnassa? Lahden Keskusvalmistus toimittaa sähkökeskukset, mitkä taas tilannut yritys kytkee. Toisaalta maalautamme sähkökeskukset ulkopuolisella, eli teetämme alihankintaa. Tässä tilanteessa muodostuu periaatteessa alihankintaketju.

Nykyään kun valmistamme myös sähkökeskusten rungot itse, joudumme hankkimaan materiaalin ulkoa. Nämä hankinnat on onnistuttu tekemään melko lähellä sijaitsevalta suurelta metallitoimittajalta. Lyhyt välimatka takaa mahdollisimman pienet rahtikustannukset sekä tämän hetken megatrendinä olevan ”vihreyden”, eli kuormitamme luontoa mahdollisimman vähän. Pelti tulee meille 1500 kg:n levynippuina ja ne sisältävät 40-60 kpl 1250 mm x 2500 mm:n (k x l) kokoisia levyarkkeja. Paksuudet vaihtelevat 1-2 mm, riippuen sen hetkisestä tilauskannasta ja työtarpeista. Nämä työstetään ohutlevykoneella ja särmällä sähkökeskusten rungoiksi.

Valmiit rungot maalautetaan, eli syntyy ensimmäinen virallinen alihankintahaara. Huonona puolena tässä asiassa on se, että Lahden Keskusvalmistus jää kapasiteetin takia varsin pieneksi asiakkaaksi maalamolle. Tällä tarkoitan, että heidän pääasiallinen ja suurin asiakkaansa on niin sanotusti ravintoketjun kärjessä. Toistaiseksi pyrkimys on saada varastoon enemmän tavaraa, jolloin ei jouduta elämään jatkuvalla nollla varastolla. Helpotusta tuovat lähivuosina tehtävä hallin laajenus sekä oma maalauslinja. Vaikka investointi olisi kohtalaisen iso, on siitä saatava hyöty niin merkittävä että hankinta kannattaa. Suurimpana positiivisena asiana tulee joustavuus, jolloin maalaus on pelkästään omaan käyttöön joka mahdollistaa nopeankin toimituksen.

Ketjun toisena osana ottaisiin esille komponenttien hankinnan, joka on oleellinen osa sähkökeskusten valmistusta. Esimerkkinä 10 A yksinapanainen automaattisulake. Jos kyseinen komponentti ostetaan eurooppalaiselta yritykseltä, tulee tälle hintaa noin tuplasti verrattuna Euroopan ulkopuoliseen yhtä laadukkaaseen tuotteeseen. Molemmat komponentit ovat testattuja sekä erittäin laadukkaita. Tämä antaa hie-
man etua tarjouslaskentaa ajatellen.

12 YHTEENVETO

Opinnäytetyöni käsittelytapa oli hieman pinnallinen, esimerkiksi tarjouslaskenta yksittäisenä kokonaisuutena olisi ollut riittävä kattamaan koko työn. Valitsin tarkasteluun näin laajan skaalan, koska halusin tuoda esille mahdollisimman paljon kokonaisprosessista. Työni etenee loogisessa järjestyksessä aina tarjouslaskennasta sähkökeskuksen toimittamiseen asti.

Lopputyöni aloittaminen oli vaikeampaa kuin kuvittelin johtuen suureksi osaksi siitä, että monen vuoden opiskelu tarvitsi rinnalle työtä. Tuli huomattua miten sitä vieraantuu ja unohtaa asioita, mutta onneksi tämä lähes vuoden kestänyt projekti sai tuulta alleen ja alkoi viimein valmistua. Alussa ei ollut läheskään niin paljon annettavaa työlle kuin tässä loppuvaiheessa, koska pohjatiedot ja taidot olivat varsin heikolla pohjalalla. Nyt voin kuitenkin hyvillä mielin kirjoittaa tätä sekä lisätä omakohtaisia kokemuksia enemmän.

Haastavinta oli hahmottaa työn lopullista ulkomuotoa, mutta onneksi tutoreiden avulla sain hiljalleen työn raiteille. Opettajan sanoilla voisin ilmaista ”tietoa on, mutta se pitäisi saada paperille”, tämä tuotti eniten vaikeuksia. Tiesin kyllä jo loppuvaiheessa sen mitä haluan paperille, mutta en saanut kaikkia ajatuksia sanoiksi.

Lopputyötä voidaan mielestäni hyödyntää työelämässä, tai miksei myös sen puolella. Tarkoituksena on kuitenkin antaa lukijalle tietoa hieman pintaa syvempää siitä, mitä kaikkea sähkökeskuksen valmistukseen liittyy. Alan parissa työskenteleville tarkoitus on lähinnä avata prosessia, mutta kuitenkin perehdyttää esimerkiksi johdottajaa paremmin siihen mitä tarjouslaskenta pitää sisällään.

Mielestäni tavoitteet lopputyön kannalta saavutettiin, koska käsittelin tärkeimmät pääkohdat ja toin esille hieman niiden syvempää vaikutusta kokonaisprosessiin. Pelkästään näiden kohtien esille tuominen ei tee työstä helppoa ymmärtää, vaan sisällön pitää olla myös selkää. Siksi pyrinkin mahdollisimman selkeään lähestymistapaan ja karsimaan niin sanotut alan omat termit minimiin. Työ ei tietenkään ole täydellinen, mutta siitä käy ilmi asiat joita halusin lukijan saavan selville. Koska tavoitteena olikin tärkeimpien pääkohtien tarkasteleminen, katsoin parhaaksi käydä koko prosessin läpi hieman pintapuolisimmin.

KUVAT

Kuva 3.1.1 LKKO s. 7

Kuva 3.1.2 LKKS s. 8

Kuva 5.1.1 Tarjouslaskennan prosessikuvaus s. 17

Kuva 4.1 Liikevaihdon muutos s.13

Kuva 6.1 Sähkökeskuksen kokoonpanokuva s. 19

Kuva 6.2 MC3 laippa, <http://www.trelleborg.com/fi/Marcon/TUOTTEET/Mutilaippa/> s. 20

Kuva 6.3 MC10-30 laippa, <http://www.trelleborg.com/fi/Marcon/TUOTTEET/Mutilaippa/> s. 21

Kuva 6.4 C-standardi-aukko, <http://www.trelleborg.com/fi/Marcon/TUOTTEET/Mutilaippa/> s. 21

Kuva 6.5 MC2x8-67 halkeava erikoislaippa, <http://www.trelleborg.com/fi/Marcon/TUOTTEET/Mutilaippa/> s. 22

Kuva 6.2.1 3D- ohjelmalla piirretty sähkökeskuksenrunko s. 24

Kuva 7.1 Katujakokaapin sokkeli s. 28

Kuva 7.2 Katujakokaappi sokkeli sisältä s. 29

Kuva 8.1 ML Asennusjohdin,
http://www.reka.fi/products/reko/ML_450_Asennusjohdin s. 30

Kuva 8.2 MKEM Asennusjohdin,
http://www.reka.fi/products/reko/MKEM%2B90_450_Asennusjohdin s. 30

Kuva 8.3 MCMK Kuparivoimakaapeli,
http://www.reka.fi/products/reko/MCMK_0,6_Kuparivoimakaapeli s. 31

Kuva 8.4 AXMK Alumiinivoimakaapeli,
http://www.reka.fi/products/reko/AXMK_0,6_Alumiinivoimakaapeli s. 31

Kuva 9.1 Testauspöytäkirja s. 34

Kuva 9.2 Jännitetestauslaitteisto s.35

TAULUKOT

Taulukko 4.1 Markkinoinnilla lähestyttävät asiakkaat s. 10

Taulukko 4.2 Kohderyhmiin tehtävät toimenpiteet s. 11

LÄHTEET

Jakokeskusopas 1997. Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry. Espoo: Sähköinfo Oy

Sähköalan säännökset 2010, Henkilö- ja Yritysarviointi Seti Oy. Espoo: Henkilö- ja yritysarviointi

Reka-kaapelit <http://www.reka.fi/products/reko> (Luettu 25.2.2011)

Trelleborg-laipat <http://www.trelleborg.com/fi/Marcon/TUOTTEET/Mutilaippa/> (Luettu 25.2.2011)

Liite 1

IP-luokkamerkinnet ja niiden tar-

koitus

IP-XY

X

0= Ei suojausta

1= Suojaus suuria kappaleita vastaan, halkaisija 50mm tai enemmän

2= Suojaus keskikokoisia kappaleita vastaan, halkaisija yli 12,5 mm

3= Suojaus pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 2,5 mm

4= Suojaus erittäin pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 1 mm

5= Suojattu pölyltä. Ei edellytä täydellistä tiiveyttä, mutta haitallisia pölykertymiä ei saa syntyä

6= Täydellinen suojaus. Pölytiivis

Y

0= Ei suojausta vettä vastaan.

1= Suojaus suoraan ylhäältä tulevaa vettä vastaan.

2= Suojaus ylhäältä +/- 15 astetta tulevaa vettä vastaan.

3= Suojaus ylhäältä +/- 60 astetta tulevaa vettä vastaan.

4= Suojaus vesiroiskeita vastaan.

5= Kestää vesiruiskun joka suunnasta.

6= Kestää suurella paineella tulevan ruis-

kun.

7= Kestää hetkellisen upotuksen

veteen.

8= Kestää pysyvän upotuksen. Lisämerkintä voi olla suurin sallittu asennussyvyys.

Lisäkirjaimen merkitys

Vaaralliset osat on suojattu:

A= Nyrkiltä

B= Sormelta

C= Työkalulta

D= Langalta

Täydentävä kirjain

H= Suurjännitelaitte

M= Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä

S= Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdys-

sissä
W= Laite on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin

Liite 2

LAHDEN KESKUSVALMISTUS OY
HALLINKATU 5 15300 LAHTI
dd/mm/yyyy

TARJOUS
pvm.

ASIAKAS :

MERKKI :

**HINNAT OVAT ALVO% NETTOHINTOJA PERUSTUEN TARJOUSPÄIVÄN KUSTAN-
NUSTASOON.**

TARJOUS ON VOIMASSA 2 kk

Tunnus	IP- luokka	Erillinen ovilaite	Riviliittimet	kpl
á/Alv0%	yht. Alv 0%			

-
-
-
-
-
-
-
-
-

HUOMAUTUKSIA!

-
-
-

NOUDATAMME KYSS 89 SOPIMUSEHTOJA.
**PIDÄTÄMME ITSELLEMME OIKEUDEN HINNAN MUUTOKSIIN, MIKÄLI KOM-
PONENTEISSA, VALTION ASETTAMISSA VEROISSA TAI VALUUTASSA TAPAHTUU**
**HINNAN MUUTOKSIA ENEMMÄN KUIN + / - 5% JOTKA VAIKUTTAVAT TAR-
JOUSPÄIVÄN HINTOIHIN.**
TUOTTEET OVAT MYYJÄN OMAISUUTTA KUNNES KOKO KAUPPASUMMA ON
MAKSETTU.

ARVONLISÄVERO 23%	xxxx€
TOIMITUSAIKA	sopimuksen mukaan
TOIMITUSEHTO	VV Lahti
MAKSUEHTO	14pv netto
TAKUU	1 vuosi toimituksesta

TERVEISIN LAHDEN KESKUSVALMISTUS OY

PUH.	FAX	e-mail:
ALV rek.	Ly-tunnus:	
kotisivut: www.lahdenkeskusvalmistus.fi		