

Pauli Kaikkonen

110/20 kV

SÄHKÖASEMIEN LASKENNAN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus

Maaliskuu 2015

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieska	Aika Maaliskuu 2015	Tekijä Pauli Kaikkonen
Koulutusohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus		
Työn nimi 110/20 kV Sähköasemien laskennan kehittäminen		
Työn ohjaaja Jari Halme	Sivumäärä 26 + 4	
Työelämäohjaaja Jarkko Myllyniemi		
<p>Tässä opinnäytetyössä pyrittiin kuvaamaan, miten puutteellinen tarjouslaskentakyselyaineisto vaikuttaa projektin totutukseen. Opinnäytetyössä myös tarkasteltiin erilaisia laskentatapoja urakkahinnan määrittämiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön tarkastelun kohteena olivat 110/20 kV sähköasemat. Tarkasteluun otettiin sähköasemat, koska tarjouslaskenta poikkeaa monelta osin normaalista sähkötarjouslaskennasta.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on eräänlainen käyttöohjekirja 110/20 kV sähköasemien tarjouslaskentaan.</p>		

Asiasanat
Sähköasema, Tarjous

ABSTRACT

Unit Ylivieska	Date March 2015	Author Pauli Kaikkonen
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis The Development of Estimation for 110/20 kV Electrical Substations		
Instructor Jari Halme		Pages 26 + 4
Supervisor Jarkko Myllyniemi		
<p>The aim of this thesis is to describe how the lack of survey data for cost estimations affects the implementation of a project. The thesis also examines different methods for calculating the contract price.</p> <p>This thesis examines 110/20 kV electrical substations. The electrical substations have been taken into inspection, because the cost estimation differs from the normal cost estimations.</p> <p>This thesis is an instruction manual for cost estimations of 110/20 kV electrical substations.</p>		

Key words Substations, Offer
--

TIIVISTELMÄ ABSTRAC

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	BILFINGER IS FINLAND OY	2
3	TARJOUSLASKENTA	3
3.1	Katteen määrittäminen	3
3.2	Kokonaishintamenetelmä.....	4
3.3	Yksikköhintamenetelmä.....	4
3.4	Pistelaskumenetelmä.....	5
4	TOIMINTAMALLI	6
4.1	Yrityksen toimintamalli	6
4.2	Tarjouspyyntö	6
4.3	Tarjouksen käsittely	7
5	BROKER ESTIMATE.....	9
6	KUSTANNUKSET.....	10
6.1	Toiminnan kustannukset	10
6.2	Tarvike- ja tavarakustannukset	10
6.3	Alihankinnan kustannukset	10
6.4	Henkilöstökustannukset	11
6.5	Kustannusten karsiminen	11
6.6	Arvonlisävero.....	12
7	URAKKAMUODOT	13
7.1	Kappaleurakka	13
7.2	Aikaurakka.....	14
7.3	Pisteurakka.....	14

8	110/20 kV SÄHKÖASEMA.....	17
8.1	Sähköaseman pääkomponentit.....	17
8.2	Maadoitusverkon asennus.....	18
8.2.1	Esimerkki maadoitusverkon asennuksesta TES-työnä.....	18
8.2.2	Esimerkki maadoitusverkon asennuksesta tuntityönä.....	19
8.2.3	Maadoitusverkon asennuksen todelliset kustannukset.....	20
8.3	Kaksijalkaisen erotintelineen asennus.....	20
8.3.1	Esimerkki erotinteline asennuksesta tuntityönä.....	20
8.3.2	Esimerkki erotintelineen asennuksesta TES-työnä.....	20
8.4	Ulkokentän ohjauskaapelit.....	21
8.5	Virta- ja jännitemuuntajien kaapelointi.....	22
8.6	Kaapeleiden merkintä.....	22
9.	LASKENTA-AINEISTON JA TOTEUTUNEEN PROJEKTIN VERTAILU.....	23
9.1	Materiaalien tarkastelu.....	23
9.2	Työaikatarkastelu.....	24
9.3	Kilometrien tarkastelu.....	24
10.	110 / 20 kV SÄHKÖASEMAN TARJOUKSEN ERITTELY.....	26

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö on tehty Bilfinger IS Finland Oy:lle. Insinöörityössä selvitetään 110/20 kV sähköasemien tarjouspyyntömateriaalien vaikutusta projektin toteutukseen. Samalla pyritään työ- ja materiaalikulujen minimointiin.

Työn hinnoittelussa tähän asti on käytetty Sähköistysalan työehtosopimusta, joka ei sovellu kaikilta osin sähköasemien hinnoitteluun. Työssä on vertailtu saatujen töiden tarjouslaskelmia ja toteutuneiden projektien kustannuksia keskenään. Tältä pohjalta on lähdetty kehittämään työkalua sähköasemien eri osa-alueitten työn hinnoitteluun.

Bilfinger-yhtiössä on käytössä Broker Estimate -tarjouslaskentaohjelma, jota käytetään tarjouksen arvon määrittämiseen.

Opinnäytetyössä on myös kerrottu myös yleisesti tarjouslaskentaperiaatteista.

2 BILFINGER IS FINLAND OY

Bilfinger IS Finland Oy kuuluu maailmanlaajuiseen Bilfinger Industrial Services GmbH -konserniin. Suomessa yrityksellä on työntekijöitä n. 350 henkilöä. Yrityksellä on toimistoja yhdeksällä paikkakunnalla: Harjavalta, Jyväskylä, Kotka, Naantali, Oulu, Porvoo, Raahе, Rauma ja Tornio.

Yrityksen henkilöstö toimii asiantuntijana teollisuuden eri osa-aloilla. Yrityksen toimenkuvaan kuuluvat konepajapalvelut, automaatio-, instrumentointi- ja sähköasennuspalvelut. Erityisosaamista löytyy myös saattolämmityksistä.



KUVIO 1. Bilfinger IS Finland Oy:n toimipisteet Suomessa

3 TARJOUSLASKENTA

3.1 Katteen määrittäminen

Yrityksen keskimääräinen katetarve vuositasolle on määritelty budjetissa. Kateprosentti vuoden mittaan voi vaihdella markkinoilla ja toiminnassa tapahtuvien heilahtelujen mukaisesti. Jokaiselle lasketulle urakalle määritetään kate tapauskohtaisesti. Tarjoukselle tulee saada oikea hinta, jotta myyjä ja ostaja kokevat tehneensä hyvän kaupan. Tarjouksen oikea hinta on liiketoiminnassa tuloksen teon perusta. Oikealla myyntihinnalla saadaan yritykselle liiketaloudellista tulosta aikaiseksi. Oikean myyntihinnan määrittäminen tarkoittaa yksinkertaisesti:

- välittömien kustannusten tarkkaa selvittämistä
- välillisten kustannusten tarkkaa arviointia
- asiakkaiden tarpeiden oikeaa arviointia
- lähiaikojen muutosten arvioimista
- oman osaamisen tuntemista
- halutun taloudellisen tuloksen määrittelyä
- laskutoimitusten suorittamista

Liiketoiminnassa myyntihinnan asettamisen tulee perustua tavoitteelliseen suunnitelman budjettiin. Ilman budjettia myyntihinnan määrittäminen on vaikeaa. Urakkaan välittömästi liittyvien kustannusten veloittaminen ei pelkästään riitä. Palkka- ja ainekustannusten lisäksi tarjoukseen on lisättävä kate, jolla katetaan yrityksen toiminnasta aiheutuvia kuluja. (Autio 2005.)

3.2 Kokonaishintamenetelmä

Urakkatarjoukset lasketaan pääsääntöisesti kokonaishintaperiaatteella. Tällöin sallitaan urakkahinnoittelutaulukoiden hintojen epätasaisuudet, koska ne tasaavat toisiaan. (Sähköis-työalan työehtosopimus 2012-2014 s.59.)

Urakkatarjouksen kokonaishinta muodostuu urakan varsinaisten kustannusten ja erilliskustannusten summasta lisättyinä katteella ja kustannusten nousuvarauksella. Hinnassa tulee myös huomioida riskit ja kustannusnousuvaraukset. Tarjousasiakirjoihin sisältyvät kokonaishinnat muodostuvat varsinaisen urakan tarvikkeista, työkustannuksista ja erilliskustannuksista. Urakan lopullinen tarjoushinta saadaan, kun kokonaishintaan lisätään arvioidut kohdekohtaiset riskit, kustannusnousuvaraukset hankinnoille, sosiaalikulut työlle ja tarjouskate. (Autio 2005.)

Teollisuusprojekteissa kokonaishintaurakka tarjous perustuu yleensä suunnittelijalta tai tilaajalta saatuihin massoihin. Teollisuusprojekteissa kokonaishintaurakkatarjouksen liitteenä toimitetaan yleensä yksikköhintaluettelot urakan pääkomponenteista, joita sitten käytetään lisä- ja muutostöissä sekä hyvitetään mahdollisten massojen muuttuessa arvioitua pienemmäksi.

3.3 Yksikköhintamenetelmä

Yksikköhintamenetelmä perustuu töiden ja tarvikkeiden yksikköhinnan määrittämiseen. Yksikköhintoja käytetään yleensä pienehköjen muutostöiden hyvitys- tai veloitusperustana. Laajemmissa muutostöissä tulisi antaa erillinen muutostyötarjous. Yksikköhintojen antaminen voi joskus olla työlästä, kun tarjouksessa on paljon eri komponentteja. (Autio 2005.)

Yksikköhinta saadaan määriteltyä, kun tehdään ns. loppusivu, jossa määritellään projektille kaikki muut yleiskulut ja kateprosentti. Näin määriteltyjen kulujen ja kateprosentin kautta muodostuu työlle ja materiaalille kerroin, joitten avulla saadaan määriteltyä materiaaleille yksikköhinnat. Nämä kertoimet tuodaan laskentaan, joka antaa sitten laskennassa määriteltyille materiaaleille yksikköhinnan.

3.4 Pistelaskumenetelmä

Pistelaskumenetelmässä jollekin sähköpisteelle lasketaan tietty määrä materiaalia, joista syntyy ns. paketti tälle positiolle. Tässä opinnäytetyössä tullaan tarkastelemaan ja kehittämään paketteja 110/20 kV sähköasemien laskentaa varten. Sähköasemat koostuvat pääsääntöisesti samanlaisista pääkomponenteista, joten pakettien tekeminen ja niiden työku-
tannusten optimointi oikealle tasolle on erittäin tärkeä tekijä urakoita laskettaessa. Näin osaamme arvioida resurssit oikein ja mikä tärkeintä, pärjäämme hintakilpailussa.

Bilfinger-yhtiössä on rakennettu oma pakettirekisteri teollisuusprojektien laskentaan. Sitä käytetään apuna tarjousta laskettaessa. Pakettirekisteriä täydennetään ja muutetaan tarvittaessa vastaamaan tämän päivän tarpeita.

4 TOIMINTAMALLI

4.1 Yrityksen toimintamalli

Toimitusprojektien vaiheet on määritelty Bilfinger –yhtiön toimintamallissa.



KUVIO 2. Bilfinger-yhtiössä käytettävä toimitusprosessien toimintamalli (Laatujärjestelmä).

Tässä työssä käsitellään projektitoimitusta tarjouspyynnön ja tarjouslaskennan osalta.

4.2 Tarjouspyyntö

Tarjouksen luominen lähtee liikkeelle tarjouspyynnöstä. Tarjouspyynnön tultua yrityksen avainhenkilöt arvioivat tarjouspyynnön perusteella, onko mielekästä lähteä tarjoamaan kyseistä kohdetta. Tarvittaessa he ottavat yhteyttä tarjouspyynnön lähettäjään ja kyselevät lisätietoja tarjottavasta kohteesta. Tarjouspyyntöä arvioidessa käydään läpi käytössä olevat resurssit, työn mahdollinen laajuus, sijainti, työn vaativuus ja mahdolliset riskit.

Tarjouspyyntöasiakirjassa on kerrottu kohteen nimi ja määritelty, miten tarjous annetaan, milloin tarjous tulee jättää ja kenelle se jätetään. Näiden lisäksi siinä on määritelty, sallitaanko poikkeamia tarjouspyynnössä määriteltyihin osioihin.

Kun avainhenkilöt ovat päättäneet, että tarjouspyyntö otetaan laskentaan, se kohdistetaan tietylle henkilölle, joka alkaa perehtyä tarjouspyynnön liitteinä tulleisiin asiakirjoihin tarkemmin.

4.3 Tarjouksen käsittely

Tarjouspyynnön tullessa tarjouslaskijalle hänen tulee tarkistaa, että kaikki tarjoukseen liittyvät asiakirjat ovat tulleet mukana. Tarjouslaskijan tulee perehtyä aineistoon ja perustaa tarjous aineistossa määritetyllä tavalla, jotta tarjouksen jättämien olisi helpompaa.

Tarjous perustetaan BSM-järjestelmässä. Järjestelmä antaa automaattisesti tarjoukselle tarjousnumeron, kun uusi tarjous luodaan. Järjestelmässä myös määritellään tarjoukselle asiakas, asiakkaan yhteyshenkilö, tarjouksenjättöpäivämäärä, tarjouksen käsittelijä sekä arvioidaan mahdollinen tarjouksen hinta. BSM-järjestelmästä tarjous siirretään Broker Estimate -tarjouslaskentaohjelmaan. Tarjouslaskentaohjelmassa määritellään sitten tarjouksen jaottelu. 110/20 kV sähköaseman tarjouslaskennan jaottelu voi olla esimerkiksi kuvion 3 mukainen.

000046	Mallitarjous	0,00	0,00	0,00	0,00	
110kV	kenttäasennukset	1,00	0,00	0,00	0,00	
	telinyöt	1,00	0,00	0,00	0,00	
YVE100SP-01	T-teline (putkikoojateline)				0,00	
YVE101SP-01	Erotinteline, 2-jalkainen				0,00	
YVE102SP-01	Erotinteline, 3-jalkainen				0,00	
YVE103SP-01	Katkaisijateline: jalat, runko jaohjain				0,00	
YVE104SP-01	Virtamuuntajateline (ja jännitemuuntajat)				0,00	
YVE105SP-01	Pääteteline (110 kV kaapeleille)				0,00	
YVE109SP-01	Tukieristinteline (1-osainen)				0,00	
YVE110SP-01	Tukieristinteline (3-vaiheelle)				0,00	
YVE111SP-01	Pääteporttaali (2 jalkaa ja väliorsi) paloista koottava				0,00	
YVE112SP-01	Pääteporttaali (2 jalkaa ja väliorsi) kasattu				0,00	
110kV	sähköiset komponentit	1,00	0,00	0,00	0,00	
YVE200SP-01	Tukieristin C6 pulttiliitos				0,00	
YVE201SP-01	Tukieristin C8 - 10 pulttiliitos				0,00	
YVE202SP-01	Erotin				0,00	
YVE203SP-01	Maadoitusveitsien as. erottimeen				0,00	
YVE204SP-01	Katkaisija				0,00	
YVE205SP-01	VM- ja JM - muuntajat				0,00	
YVE206SP-01	110 / 220 kV yljännitesuoja				0,00	
YVE207SP-01	Tartuntaerotin, 3 - vaiheinen				0,00	
YVE210SP-01	Jompittaminen 1 - johdin sis. liittimen asennuksen				0,00	
YVE211SP-01	Jompittaminen 2 johdinta				0,00	
YVE212SP-01	Erottavat katkaisijat 110 kV				0,00	
YVE213SP-01	Maadoitusvetset katkaisijaan				0,00	
YVE214SP-01	Putkikoojat 10m salko (kpl määrä)				0,00	
YVE215SP-01	Vaimennusköysi 110 kV				0,00	
YVE218SP-01	Linjaköyden asennus / m max.60m / veto				0,00	
20kV	asennukset	1,00	0,00	0,00	0,00	
YVE216SP-01	20 kV kiskosillan tukieristimet, kiskot ja ylij.suojat				0,00	
YVE217SP-01	Sammutuskelan kojeiden asennus				0,00	
20kV	PÄÄTETELINE-01				20kV:n pääteteline	0,00
PIENELÄINSUOJA-01-01	PIENELÄINSUOJA asennettuna				0,00	
	Maadoitukset	1,00	0,00	0,00	0,00	
	Ohjauskaapelit	1,00	0,00	0,00	0,00	
	Pääkaapelit	1,00	0,00	0,00	0,00	

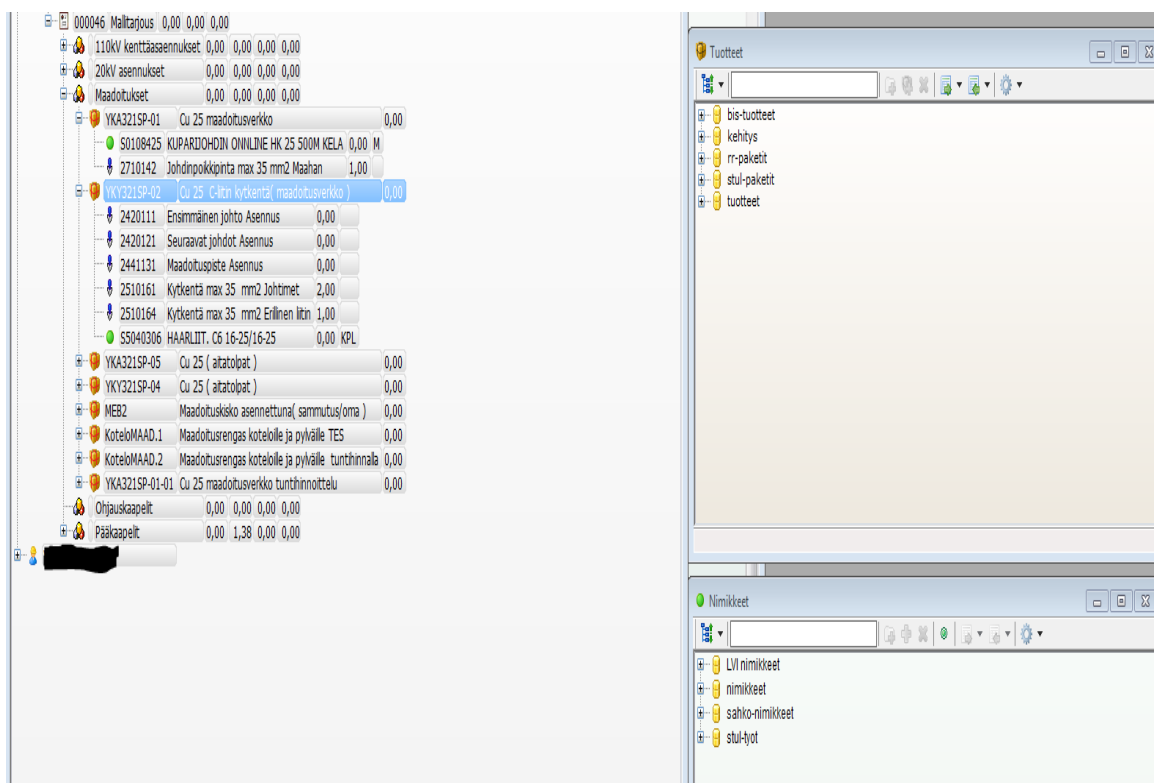
KUVIO 3. Tarjouksen jaottelu Broker Estimate -tarjouslaskelmaohjelmassa

5 BROKER ESTIMATE

Broker Estimate -laskentaohjelma on helppokäyttöinen. Laskentaohjelma toimii samalla periaatteella kuin Windows -ympäristö. Ohjelman käyttö on tehty helpoksi. Sinne pystyy itse luomaan positioita ja paketteja. Laskentanäkymää voi muokata itselle mieleiseksi. Windows -ympäristöstä tuttu puurakenne antaa käyttäjälle vapaat kädet luoda tarjouspohjasta tarjouspyynnön mukaisen pohjan.

Ohjelmassa on paketti- ja nimikerekisteri käytössä. Pakettirekisteristä löytyy Sähkö- ja teleurakoitsijaliiton (STUL) -paketit sekä Bilfinger-yhtiön omia paketteja. Paketteja on helppo tuoda laskentaan, jossa niitä voidaan muokata halutulla tavalla. Samoin nimikerekisteristä voi tuoda nimikkeitä ja työhintarivejä laskentaan.

Jos pakettirekisteristä ei löydy tarjoukseen sopivaa pakettia, sen voi rakentaa itse tuomalla nimikerekisteristä nimikkeitä position alle ja muuttamalla sen sitten paketiksi. Samoin voi itse luoda koodittomia tuotteita, joita ei löydy nimikerekisteristä. Koodittomat tuotteet kohdistetaan sitten materiaalin, työn tai alihankinnan tuoteryhmälle, jotta kulurakenne saadaan oikeaksi.



KUVIO 4. Paketin rakenne Broker Estimate -tarjouslaskentaohjelmassa

6 KUSTANNUKSET

6.1 Toiminnan kustannukset

Yrityksen toiminnan kustannukset voidaan jaotella karkeasti neljään pääosaan:

- tarvike- ja tavarakustannukset
- alihankintakustannukset
- henkilöstökustannukset
- investointikustannukset

6.2 Tarvike- ja tavarakustannukset

Tarvike- ja tavarakustannuksilla tarkoitetaan myytävien tuotteiden valmistuksesta ja hankinnasta aiheutuvia kustannuksia. Tarvikkeiden ostohinnat sovitaan yleensä toimittajien kanssa vuosittain. Ostohinta tulisi saada neuvoteltua mahdollisimman alhaiseksi, jotta myytävälle tuotteella saadaan hyvä kate.

Tarjouslaskentaa tehtäessä suuremmat ja erikoisemmat tarvike-erät tulisi kilpailuttaa eri toimittajien välillä. Näin saadaan tarjoukseen hankintahinnaltaan edullisin vaihtoehto. On huomattu, että hinnat tulevat alemmaksi vuosisopimuksissa, kun tarviketta menee enemmän kohteisiin. Pitää muistaa, että kysytyt hinnat eivät päde suoraan toisiin tarjouksiin.

6.3 Alihankinnan kustannukset

Alihankinnalla tarkoitetaan ulkopuolisilta ostettua työ- tai palvelusuoritusta, joka kohdistuu suoraan tiettyyn toimintaan. Alihankinnasta neuvoteltaessa ollaan samassa asemassa kuin muitakin hankintoja tehtäessä. Toinen pyrkii myymään niin korkealla hinnalla kuin mahdollista ja toinen ostamaan mahdollisimman edullisesti. Alihankinnan kustannuksia laskettaessa hintoja tulee verrata omien työntekijöitten kustannuksiin. Myös työn laatua

tulee verrata. Alihankinnan etuna on sen tarjoama mahdollisuus väliaikaisesti nostaa yrityksen kapasiteettia. (Eklund ja Kekkonen, 2011.)

6.4 Henkilöstökustannukset

Henkilöstökustannuksia aiheutuu työvoiman palkkaamisesta yritykselle. Palkka on lakisääteinen. Lisäksi työntekijästä aiheutuu muita lakisääteisiä tai vapaaehtoisia henkilöstökustannuksia. Kustannuksia palkan lisäksi syntyy sairastajan palkoista, loma-aikojen, arkipyhien ja työajanlyhennysten palkoista sekä niiden perusteella laskettavista lakisääteisistä vakuutuksista. (Eklund ja Kekkonen, 2011.)

6.5 Kustannusten karsiminen

Kannattavuuden parantamiseksi yrityksen tulee miettiä kustannusten karsimista. Kustannusten karsiminen voidaan jakaa kahteen eri vaiheeseen: muuttuvien kustannusten karsiminen ja kiinteiden kustannusten karsiminen. Muuttuvia kustannuksia voidaan karsia esimerkiksi:

- tehostamalla toimintatapoja, pyrkimällä poistamaan turhia toimintoja tai etsimällä vaihtoehtoinen tai edullisempi toimintatapa
- pyrkimällä saamaan mahdollisimman edulliset materiaalien hankintahinnat, kilpailuttamalla eri toimittajia
- keskittämällä hankintoja, jotta päästään hyödyntämään paljousalennuksia

Katetuottoajattelu johtaa helposti siihen, että yritys keskittyy seuramaan liikaa katetuoton kehittymistä ja pyrkii vaikuttamaan kannattavuuteen myyntihintojen, myyntimäärien ja muuttuvien kustannusten avulla. Kaikki tuotantoprosessin toimenpiteet vaikuttavat myös kiinteisiin kustannuksiin.

Yrityksen tulisi kannattavuuden ylläpitämiseksi tai parantamiseksi aika ajoin käydä läpi myös hallinnon prosessin kiinteät kustannukset, jotta sitä kautta saataisiin myös kannattavuutta aikaiseksi. (Eklund ja Kekkonen, 2011.)

6.6 Arvonlisävero

Tarjouksessa ei tarvitse mainita arvonlisäveroa ja sen osuutta, kun tarjousta ei tehdä yksityishenkilölle.

Yritysten välisissä tarjouksissa ei mainita arvonlisävero-osuutta. Tarjoukset annetaan arvonlisävero 0 %:lla.

7 URAKKAMUODOT

7.1 Kappaleurakka

Kappaleurakassa sovitaan jokaisesta käsitellystä tuoteyksiköstä maksettavaksi jokin euro-määräinen palkka. Urakan tuottavuus saadaan laskettua, kun tietylle asiakokonaisuudelle on annettu kappalehinta. Lasketaan, kuinka monta niitä tehdään tunnissa, ja verrataan sitä varsinaiseen tuntipalkkaan. Kappaleurakan kannattavuuden voi laskea seuraavalla tavalla. (Pellinen, 2006.)

Kappaleuran ansio (Pellinen, 2006.):

$$A = T_s * U_h \quad (1)$$

missä T_s on työsaavutus ja U_h on urakkahinta.

Urakkahyvitys (Pellinen, 2006.):

$$UH = A - P_p \quad (2)$$

missä P_p on työkohtainen tuntipalkka.

TAULUKKO 1. Esimerkki urakkahyvityksestä kappaleurakassa.

Ominaisuus	Symboli	Lukuarvo
Työkohtainen tuntipalkka	P_p	8 €
Urakkahinta	U_h	1 €/kpl
Työsaavutus tunnissa	T_s	12 kpl
Ansio tunnissa	A	12 €
Urakkahyvitys	UH	4 €
Suht. urakkahyvitys		50 %

Kappaleurakkalaskenta soveltuu sellaisiin kohteisiin jossa tehdään toistuvasti samanlaista asiaa. Tällaisia kohteita sähköasema-asennuksissa voisi olla esimerkiksi virta- ja jännitemuuntajien asennukset, tukieristimien asennukset ja ylijännitesuojien asennukset.

7.2 Aikaurakka

Aikaurakassa määritetään se aikamäärä, jonka mukainen tuntipalkka työntekijälle maksetaan tietyn työsuorituksen suorittamisesta riippumatta siitä, kuinka paljon aikaa tähän käytetään. Jos urakkaan käytetty aika on lyhempi kuin arvioitu urakka-aika, niin urakka on ollut sitten kannattava. Aikaurakan urakkavoiton voi laskea seuraavan esimerkin avulla. (Pellinen, 2006.)

Aikaurakan ansio (Pellinen, 2006.):

$$A = U_a * A_p \quad (3)$$

missä U_a on arvioitu urakka-aika ja A_p on aikapalkka

Urakkahyvitys (Pellinen, 2006.):

$$UH = A - A_s * A_p \quad (4)$$

missä A_s on urakan suositusaika.

TAULUKKO 2. Esimerkki urakkahyvityksestä aikaurakassa.

Ominaisuus	Symboli	Lukuarvo
Arvioitu urakka-aika	U_a	8 h
Aikapalkka	A_p	6 €/h
Aikaurakan ansio	A	48 €
Urakan suoritusaika	A_s	6 h
Urakkahyvitys	UH	12 €

Tämä urakkamuoto on yleisemmin käytetty laskennan perusta.

7.3 Pisteurakka

Pisteurakka on eräs aikaurakan muoto, jossa eri työtehtäviin kytkettyjä urakkasopimuksia yhteismitallistetaan pisteyttämällä. Pisteurakkamuotoa voidaan käyttää tehtaissa joissa

työntekijät toimivat useissa eri urakkatyötehtävissä. Menetelmä on saanut nimen siinä sovelletun työsuoritusten pisteytyksen mukaan. Yksi piste on minuutin aikana normaalijoutuisuudella suoritettu työmäärä. Esimerkiksi työsuorituksen pistearvo 0,5 tarkoittaa, että normaalijoutuisuudella suoritukseen kuuluu ½ minuuttia. (Pellinen, 2006.)

Pistearvo (Pellinen, 2006.):

$$P_A = T_S * T_{SA} \quad (5)$$

missä T_s on työsuoritus ja T_{SA} on työsuorituksen arvo.

Pisteen hinta (Pellinen, 2006.):

$$P_h = T_p / 60_{\min} \quad (6)$$

missä T_p on tuntipalkka.

Pisteurakan ansio (Pellinen, 2006.):

$$A = P_A * P_h \quad (7)$$

Urakanhyvitys (Pellinen, 2006.):

$$UH = A - T_p$$

TAULUKKO 3. Esimerkki urakkahyvityksestä pisteurakassa

Ominaisuus	Symboli	Lukuarvo
Työsuoritus	T_s	150 kpl/h
Tuntipalkka	T_p	12 €
Pisteen hinta	P_h	0,20 €/kpl
Työsuorituksen arvo	T_{SA}	0,5 pistettä
Pistearvo	P_A	0,75 pistettä
Ansio	A	15 €
Urakkahyvitys	UH	3 €

Pisteurakka menetelmä ei oikein hyvin sovi normaaliin urakointiin, koska työtehtävät eivät ole selkeitä. Jokaisessa osa-alueessa on useita muuttuvia tekijöitä. Pisteurakkaa voi käyt-

tää, jos kohteessa on paljon samanlaisia ja laajuudeltaan pieniä pisteitä, jotka on helppo pisteyttää.

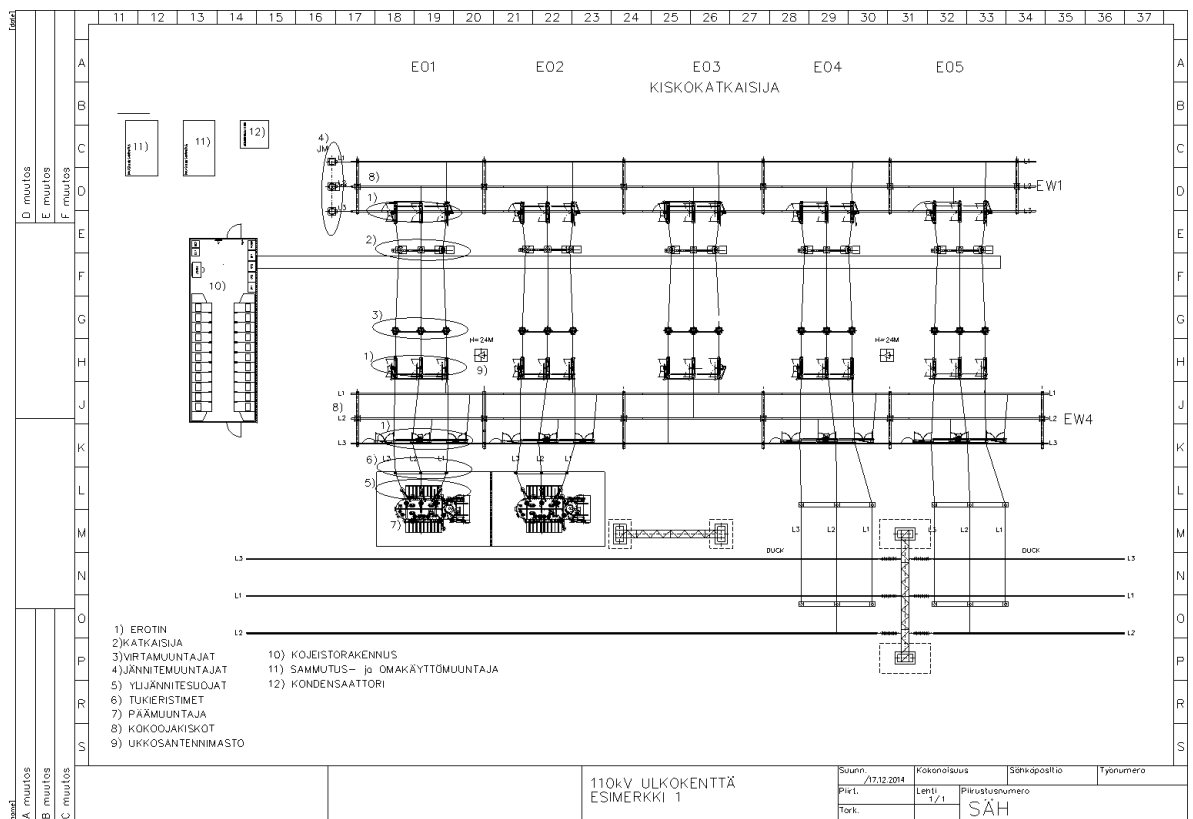
8 110/20 kV SÄHKÖASEMA

8.1 Sähköaseman pääkomponentit

110/20 kV sähköasema koostuu: kokoojakiskosta, erottimista, katkaisijoista, jännitemuuntajista, tukieristimistä, virtamuuntajista, päämuuntajista, ylijännitesuojista, sammutusmuuntajista, omakäyttömuuntajasta, ukkosantennimastosta, perusmaadoituksesta ja aidasta (LIITE1).

Kaikille näille pääkomponentille on tehty oma peruspaketti laskentaa varten. Tätä voidaan hyödyntää kaikessa sähkökentän tarjouslaskennassa. Laskennan paketeissa on käytetty työn määrittelyn pohjana mekaanisille asennuksille tuntihinnoittelua. Bilfinger -yhtiöllä on tavoitteena saada laskettua työkustannuksia alemmas, jotta yhtiö olisi kilpailukykyisempi tarjotessaan sähköasemien työurakkaa.

Tässä on esimerkki kuva yhdestä tyypillisestä 110 kV ulkokentästä, jossa näkyy kaikki kytkinkentän pääkomponentit.



KUVIO 5. Esimerkki 110 kV ulkokentästä.

8.2 Maadoitusverkon asennus

Suomessa yleisesti käytetään maadoitusverkko asennuksissa 25 mm^2 kirkasta kuparia. Kun kytkinkentän maadoitusverkko asennetaan $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ ruudukkona, on katsottu että Suomen maaperä on tarpeeksi johtavaa, ettei maadoitus kuparin tarvitse olla paksumpaa kuin 25 mm^2 .

Olen tähän laittanut kolme esimerkkiä, millä tavalla kytkinaseman maadoitusverkon asennuksen voisi laskea.

Otan tässä esimerkkilaskelman maadoitusverkon asennuksesta TES-hinnoittelulla (työehtosopimuksen mukainen hinnoittelu), tuntityönä tehtäessä ja todellisilla tuntimäärillä tulleilla kustannuksilla. Esimerkkinä käytän esimerkkipäiväkoasemaa. Kyseisen esimerkin maadoitusverkon asennukset tehtiin tuntityönä. Liitteenä on kuva kyseisestä maadoitusverkosta (LIITE 2). Kyseisestä kuvasta on laskettu vain UUSI MAADOITUSKÖYSI 70 cm , asennus ja C-liitin kytkennät. Kuvasta laskettuna saadaan n. $1500 \text{ m} \times 25 \text{ mm}^2$ maadoituskuparin asennusta ja 240 kpl C-liittimen asennusta. Laskennassa en ole ottanut huomioon tarvikkeita, ainoastaan työn osuus, koska haluamme selvittää, miten saataisiin asennuksien työosuutta pienemmäksi. Laskuesimerkeissä ei ole otettu huomioon mitään sivukuluja, jotka tulevat loppuhinnoittelun myötä vaikuttamaan lopulliseen hintaan. Tuntityöhintana käytän $17 \text{ €} / \text{h}$

8.2.1 Esimerkki maadoitusverkon asennuksesta TES-työnä

Kun maadoitusverkon asennus lasketaan TES- hinnoittelun mukaan, se koostuu seuraavista asennushinnoista:

- 25 mm^2 kuparin asennuksesta maahan, 35 mm^2 johtimen mukaan
- C-liittimen asennuksesta

C-liittimen asennus koostuu:

- kytkentähinnasta 35 mm^2 johtimen mukaan (2 kpl)
- erillisen liittimen asennuksesta 35 mm^2 johtimen mukaan

TES-hinnoittelulla saadaan:

TAULUKKO 4. Maadoitusverkon laskenta TES-hinnoittelulla

Toimenpide	Määrä	Yksikköhinta	Hinta
Kupariköyden asennus maahan	1500 m	0,54 €/m	810 €
KytKentä	480 kpl	1,69 €/kpl	811,20 €
Erillisen liittimen asennus	240 kpl	0,76 €/kpl	182,40 €

Asennustöiden kokonaisnett hinnaksi tulee 1803,60 €

8.2.2 Esimerkki maadoitusverkon asennuksesta tuntityönä

Oletetaan, että maadoituskuparimetrin asennukseen menee aikaa 5 min ja C-liittimen puristamiseen saman verran. Näillä asennusajoilla saamme seuraavanlaisen asennushinnan.

Keskituntiansiona käytetään 17 €/h

TAULUKKO 5. Maadoitusverkon laskenta tuntihinnoittelulla

Toimenpide	Määrä	Työaika	Aika
Kupariköyden asennus	1500 m	0,083 h/m	124,5 h
Erillisen liittimen asennus	240 kpl	0,083 h/kpl	19,92 h

Asennustöiden kokonaisnett hinnaksi tulee 2455,14 €

8.2.3 Maadoitusverkon asennuksen todelliset kustannukset

Asentajien tunti- ja puolesta tunnista pääsin tuntimäärään 154 h.

Käytetään laskennassa keskituntiansiona 17 €/h. Tästä päästään sellaiseen lukuun kuin 2618,00 €.

Edellä olleista esimerkeistä voidaan tehdä se johtopäätös, että TES-hinnoittelulla laskettu maadoitusverkon asennus on edullisin vaihtoehto.

Toteutuksen osalta ei pysty sanomaan, kuinka paljon tunteja on käytetty muuhun kuin itse maadoitusverkon asentamiseen, koska se ei käynyt ilmi asentajien tunti- ja puolesta tunnista.

8.3 Kaksijalkaisen erotintelineen asennus

Erotintelineen asentaminen on pelkästään mekaanista työtä kuten kaikki muutkin telinetöitä, joihin ei löydy suoraan sähköalan TES-hinnoittelusta työn hintoja. Tein vertailu laskelman asennuksien osalta TES- hinnoittelulla ja todellisilla tunti määrillä.

Liitteessä 3 on tyypillinen erotinteline.

8.3.1 Esimerkki erotinteline asennuksesta tuntityönä

Telineen asentamiseen menee aikaa 4 h.

Asennushinnaksi saamme $17 \text{ €/h} \times 4 \text{ h} = 68,00 \text{ €}$

8.3.2 Esimerkki erotintelineen asennuksesta TES-työnä

TES-hinnoittelun pohjana käytän valaisinpylvään / varren asennusta. Tämä hinnoittelu- muoto ei sovellu täysin telineteen asennuksen hinnoitteluun, koska telineet ovat kokoluokaltaan ja malliltaan erilaisia kuin valaisinpylväät.

TAULUKKO 6. Erotintelineen asennus TES-hinnoittelulla

Toimenpide	Määrä	Pituus	Yksikköhinta	Hinta
Pylvään asennus alkavaa 1.5 m kohti	2 kpl	2,7 m/kpl	2,18 €/kpl	8,72 €
Varren kiinnitys pylvääseen alkavaa 1.5 m kohti	2 kpl	4,49 m/kpl	3,48 €/kpl	20,88 €
Ohjainkotelon kiinnityspalkin asennus	2 kpl		3,48 €/m	6,96 €
Pulttien asennus	20 kpl		0,39 €/kpl	7,80 €

Asennustöiden kokonaishinnaksi tulee 44,36 €

Otin kuitenkin esimerkiksi tämän laskentatavan, jotta näkisimme, kuinka paljon halvemmaksi telineiden asennus tulee, kun käytetään TES:n valaisinpylväshinnoittelua. Tästä on hyvä keskustella asentajien kanssa. Olisivatko he valmiita hyväksymään sopimuksen, jossa otetaan käyttöön tämä hinnoittelumuoto heidän urakkaa sovittaessa?

8.4 Ulkokentän ohjauskaapelit

Ulkokentälle jokaiselle sähköiselle toimilaitteelle tuodaan oma ohjauskaapeli. Ohjauskaapelit tuodaan kojeistotilasta joko kanaalia tai putkea pitkin. Ohjauskaapeleina käytetään aina MCMO tai MCCMO -tyyppistä kaapelia.

Ohjauskaapeleiden asentaminen voidaan tehdä kahdella eri tavalla.

Ensimmäinen ja yleisin tapa on tuoda jokaiselle toimilaitteelle oma ohjauskaapeli kojeistorakennuksesta. Toinen tapa on tuoda yksi runkokaapeli kentällä olevalle jakokaapille, josta haaroitetaan sitten kojeille omat ohjauskaapelit.

Ensimmäistä kaapelointitapaa käytetään pienellä kytkinkentällä. Pienestä kytkinkentästä puhutaan silloin, kun kytkinkentän koko on 1-2 kenttää. Useammalla kuin 2-kenttäisillä sähkö asemilla käytetään jo jakokaappia, joista viedään ohjaukset toimilaitteille.

Jakokaappien käyttö pienillä kentillä ei ole järkevää, koska kytkinkentän ohjauskaapeleiden määrä on suhteellisen pieni. Niiden asennus- ja kytkentähinnat jäävät pienemmäksi kuin jakokaappien hankintahinnat ovat. Suuremmilla kentillä jakokaappien asentaminen on

taas järkevää. Tällöin saadaan kaapeleiden määriä vähennettyä. Tällöin myös asennuskustannukset tulevat edullisemmaksi.

8.5 Virta- ja jännitemuuntajien kaapelointi

Virta- ja jännitemuuntajien kaapelit viedään aina suoraan mittamuuntajilta ohjauskeskukseen. Tällöin varmistetaan, että saadaan tiedot luotettavasti järjestelmään. Aina, kun liitoksia on enemmän, mahdollisia vikapaikkojakin tulee lisää. Kaapelin johdinpoikkipintana tulee käyttää vähintään 2,5 mm² kuparia.

8.6 Kaapeleiden merkintä

Kaikki kaapelit sekä johtimet tulee merkitä luotettavasti. Merkinnöillä helpotetaan vianhaku vikatilanteissa. Kytkeätoissa mahdolliset kytkentävirheet vähenevät. Merkintöjen tulee löytyä sekä piirustuksista että kaapeleista ja johtimista.

9. LASKENTA-AINEISTON JA TOTEUTUNEEN PROJEKTIN VERTAILU

Tarkastelun kohteeksi otin suhteellisen pienen 110 kV sähköaseman, johon tehtiin muutostöitä. Vertailuissa käy hyvin selville, miten tärkeää tarjouksen laskentavaiheessa on tietää projektin todellinen sisältö. Suuremmissa kohteissa virhemarginaalit kasvavat entisestään.

Tämän projektin tarkastelussa en tule ottamaan kantaa siihen, onko tarjouslaskenta tehty oikein tai onko projekti hoidettu hyvin.

Tekstissä käytän nimitystä asiakas, jolla tarkoitan tarjouspyynnön alkuperäistä lähettäjä. Tilaajalla tarkoitan taas sitä yritystä, jolle me yrityksenä tarjosimme asennustöitä. Toimimme aliurakoitsijana projektissa.

Asiakkaalta oli tullut tekninen erittely liitteineen tilaajalle. Tilaaja oli tehnyt tämän erittelyn pohjalta Excel-taulukon, johon oli listattu kaikki tarvittavat työt, joista yrityksemme tulisi antaa kiinteä urakkasumma. Tilaaja toimitti yrityksellemme asiakkaalta tulleen tarjouskyselyaineiston sekä tekemänsä Excel-taulukon. Tilaajan puolelta ei tullut tarkempaa materiaalista, jonka pohjalta olisi ollut hyvä lähteä hahmottelemaan tarjousta. Tässä tapauksessa tarjouslaskijan tuli tehdä lisäkysymyksiä tilaajalle ja arvioida tarvikkeiden määrät saaduista vastauksista, puutteellisista suunnitelmista ja oman kokemuksen perusteella.

Tarkastelen tässä materiaalien, työn ja komennuskulujen osuutta suhteessa tarjottuun ja toteutuneeseen projektiin.

9.1 Materiaalien tarkastelu

Materiaalitarkastelussa olen käyttänyt lähtötietoina tarjouksen ja toteutuneen projekti materiaalien kokonaishintoja.

Toteutuneen projektin materiaalikustannukset olivat 5,7 % suuremmat kuin tarjouksen laskennalliset materiaalit.

Kun kohteena oli suhteellisen pienet sähköaseman muutostyöt, toteutuneet materiaalikustannukset ovat suuret kokonaisuutta ajatellen.

Materiaalin arvioiminen on todella vaikeaa puutteellisten suunnitelmien perusteella. Tarjouslaskija ei voi kovin paljon tehdä olettamuksia, ettei tarjouksen hinta nousisi liian korkeaksi. Tällaisissa tapauksissa tulisi tilaajan kanssa sopia, että tarjouksen liitteenä annettaisiin tarjotuista materiaaleista yksikköhinnat. Näin olisi projektin loputtua helpompi päästä yhteisymmärrykseen tulleista lisätöistä. Jos projektiin tulee matkanvarrella sellaista materiaalia, jota ei ole tarjouksen mukana olevassa yksikköhintaluettelossa, näille täytyy antaa myös yksikköhinnat, joitten mukaan projektin voi lopulta laskuttaa.

9.2 Työaikatarkastelu

Työaikatarkastelussa olen käyttänyt tarjoukseen laskettuja tuntimääriä sekä toteutuneen projektin tuntimääriä. Otin tarkasteluun erikseen asentajien ja toimihenkilöiden tuntimäärät. Tämän tein sen takia, että näkisimme, miten asentajien tuntimäärä muutokset vaikuttavat toimihenkilöiden tuntimääriin tällaisessa kohteessa.

Asentajien käyttämä tuntimäärä projektin töihin oli 19 % pienempi kuin laskennallinen tuntimäärä.

Toimihenkilöiden käyttämä tuntimäärä projektiin oli 2.5 % pienempi kuin laskennallinen tuntimäärä.

Voimme edellisten havaintojen perusteella tehdä sen johtopäätöksen, että materiaalmäärän lisääntyminen ei aina välttämättä vaikuta käytettyyn asennusaikaan nostavasti. Tästä ei kuitenkaan voida tehdä sitä johtopäätöstä, että aina olisi näin.

Ajankäyttöä tarjousvaiheessa on todellisuudessa vaikea arvioida, kun ei koskaan tiedetä, mitä yllätyksiä tulee projektin aikana. On myös otettava huomioon sekin, että asentajien työtahdissa on eroja.

9.3 Kilometrien tarkastelu

Kilometrien määrittämien tarjousvaiheessa on aina haasteellista. Aina ei voida tarkalleen tietää, kuinka lähelle kohdetta asentajat pääsevät majoittumaan. Projektin aikana voi tulla

yllättäviäkin matkoja, joita ei ole osattu ottaa huomioon tarjousvaiheessa. Tällaisia voisi olla vaikka tavaran noutaminen jostain kauempaa. Tarjousvaiheessa mietitään henkilöitten kulkemisia yhteiskyydeillä. Kilometrikorvaukset voivat nousta todella merkittävään osaan projektin kannattavuuden kannalta, jos kaikki asentajat kulkevatkin omilla autoilla, eikä heidän kanssa ole sovittu mitään erikseen korvattavista maksuista.

Tässä tarkastelussa olevassa projektissa todellisia ajettuja kilometrejä oli 25 % enemmän kuin tarjoukseen oli laskettu.

Pienissä projekteissa erityisesti korostuvat tällaiset arviointivirheet matkakorvauksien kohdalla.

10. 110 / 20 kV SÄHKÖASEMAN TARJOUKSEN ERITTELY

Tarjouslaskentaa tehtäessä on hyvä tehdä luettelo, joista näkyvät mahdolliset rajaukset tarjouksessa (LIITE 4). Luettelo annetaan tarjouksen liitteenä. Kyseisestä luettelosta tilaaja näkee heti, puuttuuko tarjouksesta jotain oleellisia asioita. Luetteloon on hyvä laittaa kaikki mahdolliset tarjoukseen oleellisesti vaikuttavat asiat.

Kyseinen luettelo on hyvä työkalu projektiakin ajatellen. Projektinhoitaja voi tarkistaa epäselvissä tapauksissa luettelosta, onko kyseistä asiaa huomioitu. Tämä on myös hyvä dokumentti asiakkaan ja tilaajan välisessä projektin taloudellisessa loppuselvittelyssä.

LÄHTEET

1. Autio Isto (2005). Sähköurakoitsijan tarjouslaskenta. Sähköinfo Oy, Espoo.
2. Bilfinger IS Finland Oy laatujärjestelmä, FI-G-01-00 HSEQ- käsikirja, 6.4 Toimintaprosessit
3. Irina Eklund ja Heidi Kekkonen 2011. Toiminnan kannattavuus. Sanoma Pro Oy
4. Jukka Pellinen 2006. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. Talentum
5. Sähköistysalan työehtosopimus 2012-2014. Sähkötekniset työnantajat STTA ry, Sähköalojen ammattiliitto ry. Tammerprint Oy.

LIITTEET:

1. 110/20 kV 1-kenttä havainnekuva esimerkki
2. 110 kV kytkinkentän maadoitusverkko esimerkki
3. Erotinteline 4490x1470x2600 385 kg
4. 110/20 kV luettelo tarjouserittelystä

