

Ville Rantala

SÄHKÖURAKAN PROJEKTINJOHTO

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka

2017



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Ville Rantala	Sähkötekniikka	7.3.2017
Opinnäytetyön nimi		34 sivua 4 liitesivua
Sähköurakan projektinjohto		
Toimeksiantaja		
Sähköneliö Oy		
Ohjaaja		
Harri Kosonen		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa selvitys ja käsikirja sähköurakan projektinjohtolisista tehtävistä. Työssä on käytetty hyväksi omia kokemuksia kyseisistä työtehtävistä, ja tässä työssä esiintyvät toimintatavat perustuvat Sähköneliö Oy:n toimintatapoihin. Työn perustana ei ole käytetty malliurakkaa, vaan työ toimii niin sanottuna yleisluontoisena ohjeena.</p> <p>Työssä selvitettiin sähköurakkaan liittyviä toimenpiteitä ja käytäntöjä, jotka eri urakan vaiheissa on otettava huomioon, ja sitä, kuinka projekti viedään kunniakkaasti alusta loppuun. Työn toteutuksessa on käytetty hyväksi omia kokemuksia projektinjohtolisista tehtävistä ja erilaisten työmaiden hoidosta. Lisäksi työssä käytettiin myös muita tiedonlähteitä.</p> <p>Työn tuloksena syntyi kattava selvitys sähköurakan projektinhoitajan tehtävistä. Tätä työtä voidaan hyödyntää esimerkiksi uuden henkilökunnan perehdyttämiseen.</p>		
Asiasanat		
sähköurakka, projektinjohto, projekti		

Author (authors)	Degree	Time
Ville Rantala	Electrical engineering	7.3.2017
Thesis Title		34 pages 4 pages of appendices
Project management in electrical contract		
Commissioned by		
Sähköneliö Oy		
Supervisor		
Harri Kosonen		
Abstract		
<p>The goal of this thesis was to produce a research and a manual of electrical contractor's project management tasks. The research utilized my own experiences in project management and Sähköneliö Oy practices. The research wasn't based on any existing electrical contract, but it serves as a general guideline.</p> <p>Common tasks and measures were analyzed which in various phases of the contract must be taken into account in order to complete the undertaking. My own experiences in project management and common tasks on construction sites were used for the implementation of the thesis. In addition, another sources of information were also used.</p> <p>As a result, a report covering the main procedures of project management was written. This report can be used to orientate new personnel so they could obtain the basic knowledge needed in order to operate as project manager.</p>		
Keywords		
electrical contract, project management, project		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	SÄHKÖNELIÖ OY	8
3	URAKKAMUODOT	9
3.1	Kokonaisurakka	9
3.2	Jaettu urakka	9
3.3	Kokonaisvastuurakentaminen.....	10
3.4	Projektinjohtototeutukset	11
3.5	Sivu-urakan alistaminen	11
4	URAKKASOPIMUS	12
4.1	Urakkatarjouspyyntö	12
4.2	Tarjouslaskenta	13
4.3	Urakkatarjous.....	15
4.4	Urakkaneuvottelu.....	15
5	RAKENNUSTÖISSÄ HUOMIOITAVIA SÄHKÖASENNUSTÖITÄ	15
5.1.1	Maadoituselektrodi	15
5.1.2	Maakaapelin asentaminen	16
5.1.3	Työmaasähkö.....	16
5.1.4	Putketon asennus	16
5.1.5	Kaapelin asennus lämpöeristeen sisään.....	17
5.1.6	Lattialämmityskaapelit.....	17
5.1.7	Teleasennukset.....	17
6	SÄHKÖURAKAN VAIHEET	18
6.1	Teoria	18
6.2	Aloituspalaveri	18
6.3	Aikataulu	19
6.4	Resurssit.....	19
6.5	Budjetointi.....	20

6.5.1	Maksuerät	20
6.6	Työmaan kokouskäytännöt.....	21
6.6.1	Työmaakokous.....	21
6.6.2	Urakoitsijakokous	22
6.7	Hankinnat	22
6.8	Lisä- ja muutostyöt.....	23
6.9	Reklamaatiot.....	23
7	TARKASTUKSET	24
7.1	Käyttöönottotarkastus	24
7.1.1	Aistinvarainen tarkastus	25
7.1.2	Testaukset ja mittaukset.....	26
7.2	Kunnossapitotarkastukset.....	27
7.3	Varmennustarkastus.....	28
7.4	Määräaikaistarkastus.....	28
8	DOKUMENTOINTI JA PIIRUSTUKSET	29
8.1	Tärkeimmät sähköpiirustukset.....	29
8.1.1	Asemapiirustus.....	29
8.1.2	Putkitus- ja johdotuspiirustus eli tasopiirustus	29
8.1.3	Järjestelmäkaaviot	30
8.1.4	Keskuskaaviot	30
8.1.5	Piirikaaviot.....	30
8.1.6	Johdotustaulukot.....	30
8.1.7	Kokoonpanopiirustukset.....	31
8.2	Piirustusten jaottelu toteutusvaiheen mukaisesti	31
8.2.1	Suunnitelmapiirustukset	31
8.2.2	Työpiirustukset.....	31
8.2.3	Luovutuspiirustukset	32
9	PROJEKTINJOHTAJAN MUISTILISTA.....	32

10 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	34

LIITTEET

Liite 1. Urakkatarjous

Liite 2. Lisätyötarjous

Liite 3. Mittauspöytäkirja

Liite 4. Lattialämmityskaapelin mittauspöytäkirja

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä selvitys ja kuvaus projektinhoidon pääsääntöisistä tehtävistä sähköurakan alusta urakan loppuun perustuen Sähköneliö Oy:n toimintatapoihin. Tätä työtä voidaan käyttää hyväksi myös muilla talotekniikan toimialoilla, koska käytännöt ja toimenpiteet ovat pääosiltaan samoja.

Työssä selvitetään projektinhoidolle ominaiset ja kriittiset tapahtumat sekä yleiset käytännöt. Lisäksi työssä pyritään selvittämään, miten projektin eri vaiheissa toimitaan ja kuinka tilaajan tilaama työ toteutetaan niin, että se olisi myös yritykselle taloudellisesti kannattavaa. Tämä opinnäytetyö perustuu kokemuksiin Sähköneliö Oy:n toimintatavoista projektinhoidollisissa tehtävissä. Työssä ei ole käytetty varsinaisesti malliurakkaa, vaan se perustuu lähinnä useaan eri urakkaan ja on yleisluontoinen ohje.

Työn tavoitteena on laatia kirjallinen dokumentti, jota voidaan käyttää esimerkiksi uuden henkilökunnan perehdyttämiseen, apuvälineenä projektinhoidossa tai tiedonlähteenä sitä tarvitseville.

2 SÄHKÖNELIÖ OY

Sähköneliö Oy on vuonna 1989 perustettu sähköalan yritys. Sähköneliö aloitti kuitenkin aktiivisen toimintansa vasta vuonna 2004. Yrityksen toiminnan taustana tuolloin oli Sähköneliö Oy:n toimitusjohtajan aikaisempi yrittäjyys vuodesta 1989 lähtien, joka sittemmin päättyi yrityskauppaan suuremman alan toimijan kanssa. Aikaisemmin perustetun yrityksen jo olemassa olevat mittavat asiakassuhteet teollisuuteen ja rakennusalan toimijoihin edesauttoivat Sähköneliö Oy:n viemistä eteenpäin yrityksen alkuvaiheessa. /1./

Sähköneliön osakkaaksi lähti Sähkö-Kauniston omistaja, Erkki Kaunisto. Tämä oli erittäin hyvä taustatuki uudelle yritykselle, sillä Sähkö-Kaunisto oli tuolloin jo maanlaajuisesti tunnettu yritys. Sähköneliö Oy oli siis Sähkö-Kauniston osakkuusyritys. /1./

Sähköneliön toiminta perustui aluksi teollisuuden sähköasennuksiin ja teollisuuden sähkökeskusten valmistukseen. Hyvin pian mukaan saatiin myös talotekniset asennukset. Yrityksen kasvu jatkui hyvää vauhtia ja henkilöstöä palkattiin lisää. /1./

Vuonna 2005 Sähköneliö osti Sähköasennus Parviaisen liiketoiminnan Lahdessa. Tämä yrityskauppa toi lisää henkilökuntaa ja asiakkaita. Vuonna 2007 Sähköneliö osti Kotkasta ITP-Sähkö Oy:n ja yritys pääsi jalkautumaan Kymenlaakson alueelle. Tämä yrityskauppa toi tullessaan KVR-osaamista, josta onkin muodostunut yrityksen toiminnan keihäänkärki. /1./

Ajan kuluessa yrityksen Sähköneliön huoltoliiketoiminta kehittyi ja erikoistui kylmälaitesähköasennuksiin ja vesihuoltotekniikkaan. /1./

Vuonna 2009 Sähköneliö avasi toimiston Kouvolaan. Vuonna 2010 yrityksen osakepohjaa laajennettiin ja osakkaaksi tuli Tekninen johtaja, Sami Kallio. Vuonna 2012 Sähköneliö avasi toimiston Keravalle. 2016 tehtiin yrityksen sisällä osakasjärjestelyjä, jolloin Sähkö-Kauniston osakkeet lunastettiin. Samana vuonna Sähköneliö tuotteisti savunpoistojärjestelmien kokonaisvaltaisen toimitusmallin, BestSesin. /1./

Nykyisin Sähköneliö Oy tekee teollisuuden sähköasennuksia, KVR-urakointia, kiinteistöjen sähköistyksiä, huoltopalveluja sekä toimittaa, suunnittelee ja asentaa savunpoistojärjestelmiä. Päätoimisto sijaitsee Lahdessa, ja muita toimistoja on Keravalla, Kouvolassa ja Kotkassa.

3 URAKKAMUODOT

Urakkamuodolla tarkoitetaan rakennushankkeen osapuolten sopimusrakenteen organisointitapaa. Urakkamuodolla on suuri vaikutus työtä tilaavan sopimukseen ja vastuisiin. Urakkamuodot on mahdollista jaotella tilaajan ja rakennusurakoitsijan välisen suoritusvelvollisuuden, urakoitsijoiden keskinäisten suhteiden tai urakan maksuperusteen mukaan. /2./

3.1 Kokonaisurakka

Kokonaisurakka on perinteisen urakointimuoto. Kokonaisurakkaa käytettäessä rakennuttajalla on sopimus koko työstä yhden urakoitsijan kanssa. Pääurakoitsija teettää tarvittavat erikoistyöt, kuten talotekniset urakat aliurakoina erikoisliikkeillä. Pääurakoitsija on suhteessa rakennuttajaan vastuussa ottamiensa aliurakoitsijoiden töistä kuten omistaan. Myös talotekniset urakoitsijat ovat joskus pääurakoitsijan roolissa hankkeesta riippuen. /3./



Kuva 1. Kokonaisurakka /3/

3.2 Jaettu urakka

Jaetussa urakassa rakennuttaja tekee erillisiksi osiksi jaetuista urakoista erilliset urakkasopimukset. Jaetussa urakassa eri urakoitsijoiden välillä ei ole lain-

kaan sopimussuhdetta. Sekä talotekniset että muut urakoitsijat ovat sopimussuhteessa ainoastaan rakennuttajaan. Rakennuttajalle aiheutuu tässä urakka- muodossa huomattavia velvollisuuksia eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamisesta. Sivu-urakka voi olla alistettu pääurakkaan. /3./



Kuva 2. Jaettu urakka /3/

3.3 Kokonaisvastuurakentaminen

KVR-urakassa urakoitsija huolehtii kokonaisuudessaan rakennuskohteen toteuttamisesta, myös suunnittelusta ja hankkeen kokonaiskoordinoinnista. Urakoitsija toimittaa rakennuttajalle työkohteen ”avaimet käteen”-periaatteella. KVR-urakassa on kaksi sopijapuolta, rakennuttaja ja KVR-urakoitsija. KVR-urakoitsija solmii edelleen suunnittelu- ja aliurakkasopimuksia. /3./



Kuva 3. KVR-urakka /3/

3.4 Projektinjohtototeutukset

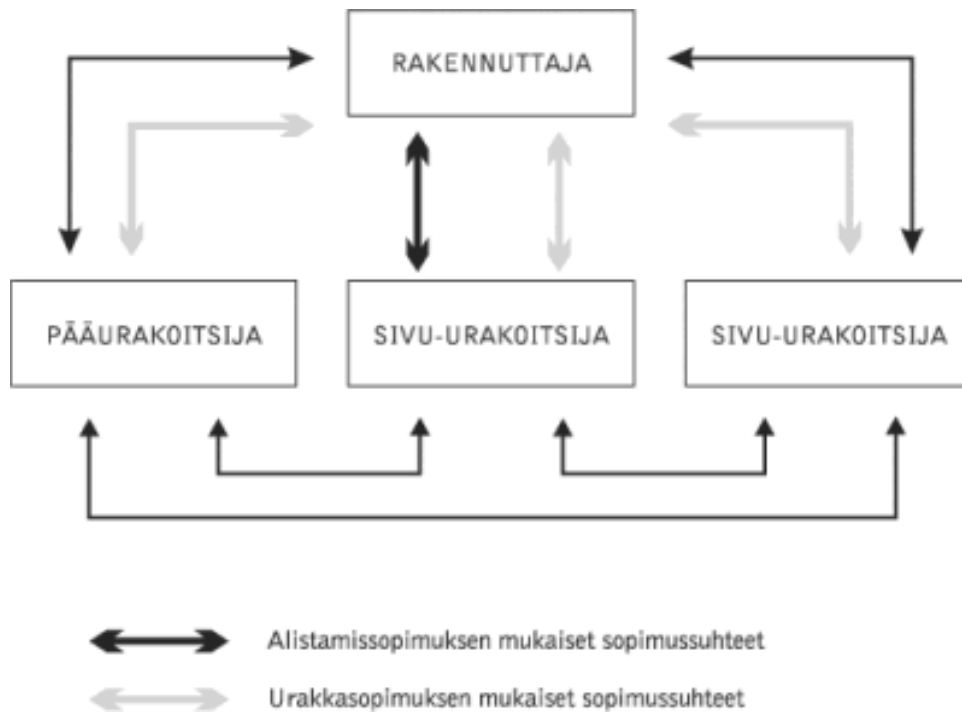
Projektinjohtototeutuksen tehtävänkuvaukselle ei toistaiseksi ole juurikaan vakiintuneita muotoja tai sopimusmalleja. Projektinjohtototeutuksissa on käytössä kolme perusmuotoa: projektinjohtorakennuttaminen, projektinjohtopalvelu ja projektinjohtourakka. /3./

Perusideana on, että projektinjohtototeutuksessa projektinjohtourakoitsija hoitaa sekä perinteiset pääurakoitsijan työt, että rakennuttajatehtävät ja tuottaa siten kokonaispalveluja rakennushankkeen toteuttamiseen. Projektinjohtototeutusmuotojen tavoitteena on yleensä hankkeen läpivientiajan lyhentäminen ja kustannusten säästäminen. Projektinjohtototeutuksessa hankkeen suunnittelu- ja toteutusvaiheet tapahtuvat limittäin. /3./

3.5 Sivu-urakan alistaminen

Sivu-urakan alistamismenettely perustuu vakiosopimukseen Sivu-urakan alistamissopimus (RT 80271). Sivu-urakan alistamisesta on sovittava kirjallisesti käyttäen kyseistä vakiosopimusta. /3./

Sivu-urakan alistaminen tarkoittaa menettelyä, jossa rakennuttaja tekee urakasopimukset eri urakoitsijoiden kanssa ja tämän jälkeen alistaa sivu-urakat pääurakoitsijalle. Osa rakennuttajan velvoitteista siirtyy alistamissopimuksen allekirjoittamisella pääurakoitsijalle. Alistamissopimus muuttaa merkittävästi jaetun urakan sopimussuhteita, sopijapuolten asemaa ja vastuukuvioita. Alistamissopimuksella kaikki urakoitsijat tulevat keskenään sopimussuhteeseen ja alistamissopimuksen ehdot määrittelevät heidän vastuunsa ja velvoitteensa. /3./



Kuva 4. Sivu-urakan alistaminen /3/

4 URAKKASOPIMUS

Rakennushankkeen toteutuksen juridinen ohjaus toteutetaan hankinta- ja urakkasopimusten teolla ja valvonnalla. Rakentamisen toteutuksessa eri sopijapuolten vastuut ja velvoitteet määräytyvät pääosin sopimusvastuun perusteella. Sopimusvastuussa sopijapuolen on täytettävä ne velvollisuudet, joihin tämä on sopimuksessa sitoutunut. On tärkeää muistaa, että sopimus aiheuttaa velvollisuuksia myös rakennuttajalle. /4./

Sopimusvastuu syntyy sopimuksen aiheuttaman velvollisuuden laiminlyömissen perusteella. On ensiarvoisen tärkeää, että kaikki rakentamista koskevat ja siihen liittyvät sopimukset tehdään kirjallisina ja riittävän yksityiskohtaisina. Suullinenkin sopimus on pätevä, mutta suullinen sopiminen ei ole suositeltavaa, koska siihen sisältyy runsaasti epävarmuustekijöitä varsinkin näyttökysymysten osalta. /4./

4.1 Urakkatarjouspyyntö

Urakkatarjouspyyntö on kirjallinen dokumentti, jossa urakoitsijaa pyydetään määrittelemään kyseiselle urakalle hinta. Urakan tarjousta pyytää yleensä rakennuttaja tai pääurakoitsija riippuen urakkamuodosta. Urakkatarjouspyynnöt

voivat koskea yleisiä rakennushankkeita tai niin sanottuja suljettuja rakennushankkeita. Yleisissä rakennushankkeissa tarjouskilpailussa on mukana usea eri urakoitsija, suljetuissa rakennushankkeissa tarjouskilpailussa mukana ovat vain valitut urakoitsijat.

Kun urakoitsija hyväksyy urakkatarjouspyynnön, tarjouspyynnön laatija toimittaa urakoitsijalle tarvittavan materiaalin ja dokumentit, jotta urakkatarjoushinta olisi mahdollista laskea. Dokumentit sisältävät tarjouspyynnön, rakennushankkeen yleiset tiedot ja aikataulut, urakkarajaliitteen jossa määritellään eri urakoihin kuuluvat työt ja materiaalit sekä urakkaan kuuluvat piirustukset ja selosteet.

4.2 Tarjouslaskenta

Urakkatarjouspyynnön hyväksytyään on sähköurakoitsijan laskettava urakkahinta kyseiselle urakalle tarjouspyynnössä mainittuun määräpäivään ja kellonaikaan mennessä. Tarjous lasketaan tarjouspyynnön pyytäjältä saatujen dokumenttien perusteella, jotka tarjouksen pyytäjältä riippuen lähetetään paperisina versioina sähköurakoitsijalle joko tarjouksen pyytäjän tai urakoitsijan omaan laskuun.

Tarjouslaskennassa käytetään hyväksi tarjousasiakirjoja, jotka ovat laatineet rakennuskohteen suunnittelijat sekä tilaaja. Sähkösuunnitelmat ovat yleensä teetetty sähkösuunnitteluun erikoistuneella yrityksellä. Suunnitelmat pitävät sisällään erillisen sähkötyöselosteen, jossa määritellään yksityiskohtaisesti sähköasennuksiin liittyviä standardeja sekä se, miten asennukset tulee suorittaa. Lisäksi suunnitelmat pitävät sisällään asemapiirustuksen, tasokuvat, järjestelmäkaaviot, valaisinluettelot, rakennusautomaatiokaaviot, LVI-säätökaaviot ja muut sähköurakkaan vaikuttavat dokumentit sekä liitteet.

Sähköurakan hinnan laskemisen apuna käytetään tarjouslaskentaohjelmaa. Tästä huolimatta tarjous joudutaan käytännössä laskemaan kokonaan käsin. Kaikki kaapelit, pistorasiat, keskukset, kojeet ja muut sähköurakkaan määritelty pistet sekä järjestelmät lasketaan käsin sähkökuvista, jonka jälkeen ne syötetään tarjouslaskentaohjelmaan. Ohjelma sisältää valmiita paketteja eri

asennuksille, kuten pistorasioille, kytkimille ja kaapeleille. Nämä paketit sisältävät kaiken tarvittavan esimerkiksi yhden pistorasian asentamiselle. Kaapelointi ei välttämättä kuulu tähän pistorasiapakettiin, jolloin se on mitattava tai muulla tavalla arvioitava ja syötettävä erikseen. Tarjouslaskentaohjelma käyttää työhinnan määrittämisessä sähköistysalan työehtosopimuksessa määritellyjä urakkahintoja. Valmis pistorasiapaketti sisältää siis materiaalit sekä asennustyön. Suuremmista järjestelmäkokonaisuuksista, kuten valaisimista tai keskuksista, pyydetään tarjous tukkureilta. Joistakin tuotteista ei löydy valmista pakettia, vaan kyseinen tuote haetaan esimerkiksi syöttämällä sen sähkönumero. Ohjelma hakee tukkuhinnan tuotteelle, jonka jälkeen asennustyö syötetään työehtosopimuksen mukaisesti.

Kun tarjoukseen on syötetty kaikki materiaali ja työ, laskee tarjouslaskentaohjelma sille tarjoushinnan. Tässä vaiheessa lisätään tarjoukseen myös muita kuluja, kuten kilometrikorvaukset, tarkastusmaksut ja mahdollisesti myös telien ja nostinten vuokraus. Työn ja materiaalien kateprosentti voidaan myös muuttaa. Kun kulut on arvioitu, saadaan lopullinen urakkahinta.

Tarjouslaskenta ei välttämättä kuulu projektinhoitajan tehtäviin, vaan yrityksessä voi olla myös tarjouslaskija. Mikäli tarjouksen laskee projektinhoitaja, etuna on, että kohteeseen on jo perehdytty laskentavaiheessa.

Jo tarjouslaskentavaiheessa suunnitelma-aineistosta tulisi huomata mahdolliset poikkeamat normaalikäytännöstä ja sopimusasiapapereiden keskeiset ristiriitaisuudet. Myöhemmin mahdollisesti löytyviä ristiriitaisuuksia varten tulisi sopia suunnitelma-aineiston keskinäisestä pätevyysjärjestyksestä. Yleisenä periaatteena voidaan pitää sitä, että yksityiskohtaisemmin asian esittävä asiakirja on pätevämpi kuin asian yleisemmin esittävä. Esimerkiksi sähköpiirikaaviossa esitetty rele kuuluu hankintaan, vaikka sitä ei olisi esitetty jakokeskuksen pääkaaviossa. Samoin kalustepiirustuksen esittämä laitesijoitus on pätevämpi kuin tasopiirustuksen esittämä. Yleinen tulkinta on, että luettelo on pätevämpi kuin saman asian esittävä yleisempi piirustus. Esimerkiksi valaisinluettelo on yleensä määrien ja tyyppien suhteen pätevämpi kuin valaisimien sijoituksen esittävä tasopiirustus. /6, s. 33./

4.3 Urakkatarjous

Urakkatarjous on sähköurakoitsijan virallinen tarjous urakasta ja vastine tarjouspyyntöön. Urakkatarjouksesta käy ilmi sähköurakoitsijan veroton urakkahinta kyseiselle urakalle, noudatettava sopimusehto ja tarjouksen voimassaoloaika. Lisäksi sähköurakoitsijan on huolehdittava muista liitteistä ja erityisistä urakkahinnan osahinnoista, mikäli tarjouspyynnössä niin mainitaan.

Urakkatarjouksen allekirjoittaa sähköurakoitsija ja urakkahinta on näin ollen sitova, ellei toisin sovita.

4.4 Urakkaneuvottelu

Urakkatarjousten avauksen jälkeen edullisimpien tarjousten antajat, yleensä yksi tai kolme edullisinta, kutsutaan urakkaneuvotteluihin, joissa selvitetään, onko urakoitsija käsittänyt tarjouspyynnön ja tarjousasiakirjat oikein ja onko urakoitsija todennut laskennan aikana suunnitelmissa joitain epäselvyyksiä, joita tulee tarkentaa. Lisäksi varmistetaan sähköurakoitsijan kyky suoriutua urakasta tarjouspyynnön mukaisessa ajassa sekä urakoitsijan verojäämä- ym. todistusten puhtaus. Sähköurakoitsijalta pyydetään neuvottelussa mahdolliset lisäselvitykset. Mikäli sähköurakoitsija ja tilaaja saavat sovittua urakan ehdoista, allekirjoitetaan urakkasopimus. /5./

5 RAKENNUSTÖISSÄ HUOMIOITAVIA SÄHKÖASENNUSTÖITÄ

Seuraavissa kappaleissa on käsitelty rakennustöissä huomioitavia sähköasennustöitä.

5.1.1 Maadoituselektrodi

Sähköasennusstandardi SFS 6002 suosittelee rakennuksen maadoituselektrodiksi perustusmaadoituselektrodia, joka asennetaan suljettuna silmukkana yleensä upotettuna rakennuksen perustuksen betoniin tai maahan rakennuksen perustusten alle. Rakennusurakoitsijan tulisi olla hyvissä ajoin yhteydessä sähköurakoitsijaan, jotta maadoituselektrodi saataisiin asianmukaisesti paikoilleen. /6, s. 52-53./

5.1.2 Maakaapelin asentaminen

Joissain tapauksissa maanrakennusurakoitsija asentaa maakaapelin kaapeliojaan ja peittää kaivannon ilman sähköalan ammattilaisen valvontaa. Maakaapelin asennus on kuitenkin sähkötyötä, jota suorittavan toiminnanharjoittajan palveluksessa on oltava sähkötöiden johtaja. Ilman omaa sähkötöiden johtajaa maanrakennusurakoitsija voi asentaa maakaapelin vain sähköurakoitsijan valvonnassa. Usein maakaapelit asentaa kuitenkin sähköurakoitsija. /6, s. 53./

5.1.3 Työmaasähkö

Sähköasennusstandardi SFS 6000 asettaa vaatimuksia rakennustyömaiden tilapäisille sähköasennuksille esimerkiksi vikavirtasuojauksen osalta. Käytännössä kaikki pistorasiat 32 A nimellisvirtaan asti on suojattava 30 mA vikavirtasuojalla. Mikäli enintään 32 A pistorasiaa käytetään muiden työmaakeskusten syöttämiseen, sitä ei tarvitse suojata vikavirtasuojalla, mutta edellytetään että rakenteella tai varoituskilvellä ehkäistään näiden pistorasioiden käyttö muuhun tarkoitukseen. Yli 32 A pistorasiat tulee suojata 500 mA vikavirtasuojalla. Tämä vaatimus koskee vuoden 2007 jälkeen valmistettuja työmaakeskuksia. /6, s. 53-54./

Tilapäisasennuksissa käytettävien kaapeleiden on oltava tyyppiä H07RN-F tai vastaavia, ja niiden tulee kestää hankausta ja kosteutta /6, s. 54/.

5.1.4 Putketon asennus

Putkettomassa asennustavassa pyritään käyttämään hyväksi rakenteisiin muodostuvat ontot tilat, esimerkiksi katossa pintaverhousten yläpuolella ja ontoissa eristämättömissä seinissä. Kaapeli siis vedetään ilman asennusputkea onttoon tilaan ja jätetään sille liikkumavaraa. /6, s. 54./

Peltirankaseiniin johdotuksessa rakennusurakoitsijan on huomioitava, että pystyrangan tulee olla oikein asennettu. Johdot eivät saa vahingoittua läpivientireikien peltireunaa vasten. Rangan on oltava niin päin, että kieleke on

taivutettavissa johdon tueksi. /6, s. 54./ Hirsirakenteissa johtoa asennettaessa on otettava huomioon hirsirungon laskeutuminen /6, s. 54/.

5.1.5 Kaapelin asennus lämpöeristeen sisään

Sähkökaapeleita ei saa asentaa yli 0,5 m matkalta lämpöä eristävän materiaalin sisään. Lämpöeristettyjen seinien läpiviennissä on huomioitava, että kaapelin kuormitettavuutta on niiden lämpenemisen vuoksi pienennettävä. /6, s. 54./

5.1.6 Lattialämmityskaapelit

Pienissä saneeraustöissä rakennusurakoitsijat saattavat pyrkiä itse asentamaan lattialämmityskaapelin. Lämmityskaapelin asennustyöhön vaaditaan kuitenkin sähköalan pätevyys. Lämmityskaapelille on suoritettava ennen asennusta ja asennuksen jälkeen tarvittavat mittaukset, jotta takuu olisi voimassa. /6, s. 54-55./

5.1.7 Teleasennukset

Nykyisin sähköurakoitsija on usein myös kohteen teleurakoitsija. Eli sama urakoitsija asentaa myös kohteen yleiskaapelointi- ja antenniasennukset. /6, s. 55./

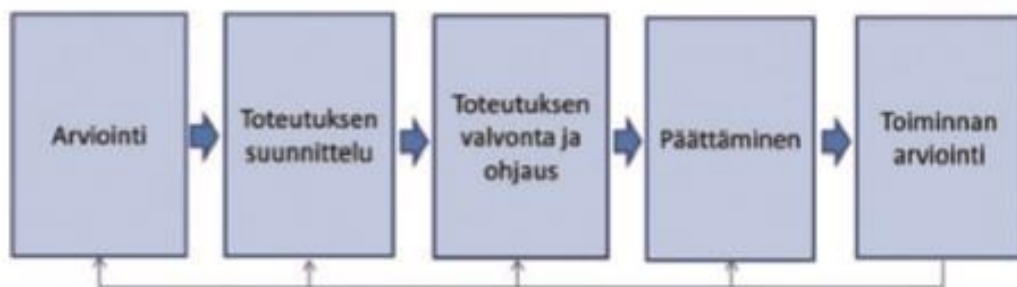
Kohteesta riippuen sähköurakkaan voi sisältyä myös muiden järjestelmäkokoaisuuksien asennus täyteen käyttökuntoon. Sähköurakoitsija voi joutua kaapeloimaan, asentamaan ja hankkimaan esimerkiksi videovalvonta-, murtohälytin- ja kulunvalvontajärjestelmiä. Usein vain näiden järjestelmien kaapelointi kuuluu sähköurakkaan. Lisäksi sähköurakoitsija voi olla myös valtuutettu paloilmoinliike, jolloin urakoitsija voi itse asentaa kohteen paloilmoinlaitteiston. /6, s. 55./

6 SÄHKÖURAKAN VAIHEET

Sähköurakka pitää sisällään monia eri tekijöitä, jotka vaikuttava lopputulokseen. Projektinhoitajan tai projektipäällikön tehtävä on toimia yhteistyössä työmaan muiden urakoitsijoiden, tilaajan, suunnittelijoiden, viranomaisten, sekä oman organisaation ja omien sähköasentajien kanssa. Seuraavissa luvuissa käsitellään sähköurakan vaiheita aikajärjestyksessä, aina urakan alusta urakan loppuun.

6.1 Teoria

Sähköasennusprojektia kuten mitä tahansa rakennusalan projektia voidaan käsitellä prosessina. Prosessi on osavaiheiden muodostama toimintoketju. Yhdenkin osavaiheen epäonnistuminen aiheuttaa kokonaisprosessin epäonnistumisen. Prosessi voidaan jakaa vaiheisiin, jotka ovat arviointi, toteutuksen suunnittelu, prosessin valvonta ja ohjaus, prosessin päättäminen ja lopuksi taas sen arviointi. /6, s. 32./



Kuva 5. Sähköurakan prosessit /6, s. 32/

6.2 Aloituspalaveri

Urakan aloituspalaveri on ensimmäinen virallinen kokous, jossa on läsnä projektin eri osapuolet. Kokouksessa tutustutaan muihin urakoitsijoihin ja heidän edustajiinsa, sekä tehdään yhteyshenkilöluettelo. Aloituspalaverin tarkoituksena on käydä läpi projektin kriittiset vaiheet, aikataulu ja mahdolliset projektin

seurantatavat. Aloituspalaverin läpikäytyt asiat kirjataan muistioon, josta julkaistaan virallinen aloituspalaveri muistio. Aloituspalaveri on yleensä samalla ensimmäinen työmaakokous.

6.3 Aikataulu

Työmaan toimintojen yhteensovittaminen kuuluu yleensä pääurakoitsijalle. Hän laatii työmaan yleisaikataulun, joka käsitellään yhteisessä aikatauluneuvottelussa ja jonka kaikki osapuolet hyväksyvät. Yleisaikataulusta ilmenevät sähkötöille varattu kokonaisaika ja mahdolliset välitavoitteet. Yksipuolisesti laadittua, sopimatonta aikataulua ei tarvitse kenenkään osapuolen hyväksyä. Puutteet ja virheet aikataulussa on kuitenkin pystyttävä osoittamaan, sillä perusteetonta hylkäämistä ei hyväksytä. /6, s. 34/

Sähköurakoitsija laatii omista töistään erillisen työvaiheaikataulun, jonka avulla hankinnat pystytään ajoittamaan esimerkiksi ennalta mahdollisimman oikeaan ajankohtaan ja tekemään työvoimavaraukset. /6, s. 35./

Työvaiheaikataulu kannattaa esitellä ja hyväksyttää työmaakokouksessa työmaan muiden urakoitsijoiden sitouttamiseksi siihen. Erityisesti rakennustöistä kriittisesti riippuvat sähkötöiden vaiheet on tärkeää saattaa muiden urakoitsijoiden tietoon. /6, s. 35./

6.4 Resurssit

Urakkatyömaalle tarvitaan pätevä sähköasentaja, nokkamies. Nokkamiehen avuksi voidaan lisäksi tarvita useita muitakin asentajia riippuen urakan koosta ja kiireestä. Nokkamies vastaa muista asentajista ja on ongelmatapauksissa yhteydessä projektinjohtoon.

Asentajien kanssa voidaan sopia urakkakohtainen urakkapalkkaus, mikäli urakka kestää pitkään, töitä on täysipäiväisesti ja asentaja näin haluaa. Mikäli tämä ei onnistu, käytetään aikapalkkausta.

Projektinjohtoon yksi haastavimmista tehtävistä on nimenomaan resurssien eli asentajien käyttäminen oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Tämä korostuu

etenkin silloin, kun projektinhoitajalla on useampi kuin yksi projekti hoidettavanaan. Asentajia voidaan joutua hetkellisesti siirtämään toisille työmaille, mikäli sähköasennustöitä ei voida jatkaa esimerkiksi rakennusteknisten töiden puutteiden takia. Asentajia saatetaan myös joutua palkkaamaan lisää tai käyttämään vuokratyövoimaa, jos omia resursseja ei ole syystä tai toisesta käytettävissä. Resursseihin liittyviä asioita käydään läpi yrityksen sisäisissä palavereissa, kuten viikkopalavereissa.

6.5 Budjetointi

Budjetoinnilla tarkoitetaan urakkaan tai projektiin varattujen varojen laskemista ja seuranta. Budjetointi tehdään projektikohtaisesti aina jokaiselle projektille.

Budjetoinnilla kartoitetaan ne varat, jotka on tarkoitettu projektin työhön ja materiaaleille, eli mitä sähköurakoitsija itse joutuu kustantamaan. Lisäksi budjetissa ilmoitetaan ne varat, joilla työ on myyty. Tästä voidaan seurata esimerkiksi kuukausikohtaisesti, kun asentajien työtunnit sekä materiaalikulut kirjataan ylös, miten projekti edistyy ja pysytäänkö budjetissa. Budjettilaskennasta seurataan myös yritykselle jäävää katetta aina työn valmistumiseen asti.

Budjettia seurataan kuukausittain yrityksen sisäisessä palaverissa ja tehdään mahdollisesti tarvittavia toimenpiteitä, jotta budjetissa pysyminen olisi mahdollista.

6.5.1 Maksuerät

Maksuerätaulukko koostuu maksueristä, jotka yhdessä muodostavat urakan kokonaishinnan. Maksuerätaulukko laaditaan niin, että jokaisella suuremmalla työvaiheella on oma maksuerä, lisäksi maksuerä on myös sopimuksen allekirjoituksella ja työmaan luovutuksella. Tämä taulukko hyväksytetään pääurakoitsijalla, tilaajan edustajalla ja yleensä myös töiden valvojalla, ja sen perusteella laskutetaan maksuerien mukainen hinta urakan edetessä.

Sähköurakoitsija voi maksujen laiminlyönnin seurauksena keskeyttää työt väliaikaisesti selvittääkseen, onko maksujen myöhästyminen tilapäistä. Keskeyttäminen vaatii kirjallisen ilmoituksen. Mikäli maksujen myöhästyminen ei ole tilapäistä, on urakoitsijalla mahdollisuus purkaa sopimus. /6, s. 51./

Maksuerätaulukko ei pidä sisällään mahdollisia muutos- ja lisätöitä eikä muiden urakoitsijoiden aiheuttamien vahinkojen korjaamista. Näistä sovitaan kyseisten osapuolten kanssa erikseen. Kirjallisen tilauksen pyytäminen on tärkeää, suullisilla sopimuksilla on taipumus unohtua ajan mittaan.

6.6 Työmaan kokouskäytännöt

Työmaan ensimmäinen kokous on aloituskokous tai aloituspalaveri. Tämän jälkeen sovitaan tietyin väliajoin työmaakokouksia ja urakoitsijakokouksia. Kokouksien avulla seurataan työmaan etenemistä ja keskustellaan mahdollisista muutoksista sekä ratkotaan mahdollisia ongelmia. Kokoukset ovat työmaan yhteistyön perusta.

6.6.1 Työmaakokous

Työmaakokouksissa varmistetaan toteutumisen eteneminen, aikataulu ja lopputulos sekä luodaan edellytykset yhteistyölle. Jokaisella kokouksen osapuolella tulee olla kokouksessa yhteistyöhön kykenevä edustaja, joka kykenee sekä pitämään yrityksensä puolta että toimimaan joustavasti. Työmaakokouksiin osallistuvat yleensä kaikki työmaan sopijapuolet. Sähköurakoitsijan edustajana toimii vastaava projektinohitaja, työnjohtaja tai tarpeen vaatiessa kärkimies. /6, s. 45-46./

Sähköurakoitsijan kokousasioita:

- Työvaiheilmoitus, eli ilmoitus työn aikataulutilanteesta
- Työmaan henkilöstö tilanne
- Aliurakoitsijan tai hankintojen hyväksyttäminen
- Ilmoitukset henkilöstömuutoksista
- Tarvittaessa merkinnät muutos- ja lisätöistä
- Ilmoitus suunnittelu- ja piirustustilanteesta
- Ilmoitus suoritetuista tarkastuksista

- Muut ilmoitusluonteiset asiat.

6.6.2 Urakoitsijakokous

Työmaakokousten lisäksi työmaalla pidetään myös urakoitsijoiden välisiä palaveriteita. Urakoitsijakokoukset ovat erityisen tärkeitä silloin, kun urakan sopimusmuotona on alistettu sivu-urakka. Tällöin vastuu aikataulun toteutumisesta on sopimuksellisesti siirretty päätoteuttajalle, jolla on myös kokousten vetovastuu. /6, s. 46./

Tärkeimpiä urakoitsijakokouksen asioita ovat osatyövaiheiden alkamisen valvonta ja mahdollisten työn etenemisen esteiden riittävän aikainen tunnistaminen. Urakoitsijakokouksessa ei kuitenkaan voida tehdä päätöksiä urakkasopimukseen liittyvistä asioista. Jos kokouksessa tulee ilmi esimerkiksi, että aikataulussa ei voida pysyä, tulee asia ja siihen liittyvät toimenpiteet ja vastuut käsitellä seuraavassa työmaakokouksessa. /6, s. 46./

Urakoitsijakokouksiin osallistuvan henkilön on tunnettava kaikki työmaan käytännön asiat. Suositeltavaa on, että sähköurakoitsijan edustaja, esimerkiksi työryhmän kärkimies, työskentelee työmaalla päivittäin. Tällä varmistetaan mahdollisimman virheetön tiedonkulku. /6, s. 46./

6.7 Hankinnat

Hankinnoilla tarkoitetaan urakkatyömaalle hankittavia ja toimitettavia materiaaleja, kuten kaapeleita, keskuksia, valaisimia ja kalusteita. Osa näistä materiaaleista, kuten kaapeleita, voi olla sähköurakoitsijan omassa varastossa joko tarkoituksenmukaisesti sinne tilattuna tai joltakin toiselta työmaalta jääneinä. Asentajat voivat näin ottaa tarvitsemansa materiaalit suoraan omasta varastosta. Usein kalliit hankinnat, kuten keskuukset, valaisimet tai järjestelmät hankitaan tukkureilta tai valmistajalta ja toimitetaan suoraan työmaalle.

Materiaalien hankinta on hyvä aikatauluttaa niin, että ne voitaisiin asentaa paikoilleen mahdollisimman nopeasti. Kun jokin maksuerissä määritelty asennus

on suoritettu, voidaan se laskuttaa, eikä hankinnasta aiheutunut lasku sähköurakoitsijalle aiheuta taloudellisia vaikeuksia. Tämä on tärkeää etenkin suurien järjestelmähankintoja tilattaessa.

Materiaalihuollon hyvä hoito edellyttää, että tavaran toimittaja tietää, mihin tavara työmaalla toimitetaan ja kuka sen vastaanottaa. Lisäksi työmaan varastotilojen on oltava kunnossa ja materiaalien siirrossa tarvittava apu työvoima käytettävissä. Materiaaleja tulee käsitellä työmaalla asiallisesti ja tarvittaessa käytettävä suojauksia. Urakoitsijan on tarkastettava myös materiaalin toiminta, ja tarvittaessa valmistautua rikkinäisten tuotteiden palauttamiseen ja siitä aiheutuviin mahdollisiin aikataulullisiin myöhästymisiin. /6, s. 51./

6.8 Lisä- ja muutostyöt

Rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaisesti lisä- tai muutostyöt voidaan aloittaa vasta, kun se on tilattu, ja tämä edellyttää yleensä urakkasopimuksessa määriteltyä tarjousmenettelyä. Tämä on mahdollista erittäin harvoin, sillä työt voivat olla erittäin kiireellisiä ja pikaisia. Valaisimien siirrot, lisäykset tai vaihdot kokonaan uusiin, ilman että sähkösuunnittelija olisi vastavaa muutosta tehnyt piirustuksiin, ovat harmillisen usein toistuvia. /6, s. 50./

Lisä- ja muutostyöt vaativat sähköurakoitsijalta lisää työtä. Töistä on saatava kirjallinen tilaus, jonka jälkeen on laskettava työlle ja materiaaleille hinta. Lisä- tai muutostyötarjous on vielä hyväksyttävä tilaajalla ennen töiden aloitusta.

Yleisten sopimusehtojen mukaan lisätyö on urakoitsijan suoritus, joka urakkasopimuksen mukaan ei alun perin kuulu hänen suoritusvelvollisuuteensa. Lisätöiden hinnoittelusta ehdot toteavat vain sen, että sopijapuolet sopivat hinnan keskenään. Muutostyö on sopimuksen mukaisten suunnitelmien muuttamisesta aiheutuva urakoitsijan suorituksen muutos. /6, s. 50./

6.9 Reklamaatiot

Reklamaatioilla tarkoitetaan kaikkia huomautuksia, ilmoituksia ja vaatimuksia, joita urakoitsija joutuu tekemään turvatakseen asemansa ja oikeutensa /6, s. 52/.

Erityisesti myöhästymistapaukset ovat usein hankalia ja saattavat edellyttää useita peräkkäisiä, toisiaan täydentäviä reklamaatioita. Esimerkiksi jos sähköurakoitsijan työt viivästyvät aikataulusta, tekee sähköurakoitsija reklamaation, jossa todetaan viivästymisen pituus ja syy. Syynä voi olla esimerkiksi toisen urakoitsijan edeltävien työvaiheiden myöhästyminen. Reklamaatiossa ilmoitetaan, että viivästyminen on mahdollista korvata ylitöillä, joista aiheutuvat lisäkulut vaaditaan korvattaviksi täysimääräisinä heti, kun niiden määrä on selvillä. Jos viivästymistä ei ole mahdollista saada kiinni, sähköurakoitsija vaatii lisäsuoritusaikaa myöhemmin tehtävän laskelman mukaisesti. /6, s. 52./

Mikäli myöhästyminen johtuu täysin sähköurakoitsijasta, voidaan sitä yrittää paikata lisätyövoimalla tai ylitöillä, mutta huonoimmassa tapauksessa urakoitsija voi joutua maksamaan viivästyssakkoa, jonka suuruus on määritelty sopimusasiakirjoissa.

7 TARKASTUKSET

Seuraavissa kappaleissa käsitellään sähköalan tarkastuksia.

7.1 Käyttöönottotarkastus

Ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa on laitteiston rakentajan tarkastettava se käyttöönottotarkastuksella ja todettava, että laitteisto on määräysten mukainen ja turvallinen. Tämä edellyttää niin aistinvaraista tarkastusta, kuten myös mittauksia ja toiminnallisia kokeita. Aistinvaraista tarkastusta tehdään koko asennustyön ajan. Mittaukset ja testaukset ajoittuvat asennustyön loppuvaiheeseen. /6, s. 56./

Tarkastuksen toteuttamista varten on hyvä laatia työmaan tarkastussuunnitelma. Siihen kuuluvat tarkastusohjelmaan sisällytetyt aistinvaraiset tarkastukset, mittaukset, testaukset ja muut tarkastukset, jotka projektin aikana on tarkoitus tehdä, sekä niiden ennakoivaltuistelussa tarvittavat tarkastuskuvaus- ja tarkastusraporttilomakkeet tai muut dokumentointilomakkeet. /6, s. 56./

Tarkastuksen suorittajalla on oltava riittävät tiedot tarkastettavasta laitteistosta. Tämä tarkoittaa, että tarkastajalla on käytössään sellaiset kaaviot, piirustukset ja taulukot, joista tarvittavat tiedot löytyvät. Tarkastuksen tekijän tulee myös olla kyseiseen tehtävään riittävän ammattitaitoinen sähköalan ammattihenkilö. Tällä varmistetaan siitä, ettei sähkötyöturvallisuus vaarannu tarkastuksen aikana ja tarkastustulos on luotettava. /6, s. 56./

Tarkastuksessa käytettävien mittalaitteiden tulee olla turvallisia ja tarkoitukseen soveltuvia. Tarkastuksesta tehdään pöytäkirja, joka luovutetaan laitteiston haltijalle. Ennen työn luovuttamista on tarkastuksissa havaitut virheet ja puutteet korjattava ja tarkastettava. Jos keskeneräisestä asennuksesta otetaan osa käyttöön rakentamisen aikana, on myös tälle osalle tehtävä käyttöönottotarkastus ennen käyttöönottoa. /6, s. 57./

7.1.1 Aistinvarainen tarkastus

Sähkölaitteiston aistinvarainen tarkastus on esitetty sähköasennusstandardissa SFS 6000. Aistinvarainen tarkastus tehdään ennen mittauksia, yleensä jännitteettömässä laitteistossa. Käytännössä aistinvarainen tarkastus ajoittuu koko laitteiston rakentamisen ajaksi ja havaitut puutteet korjataan työn edetessä. /6, s. 57-58./

Aistinvaraisen tarkastuksen sisältö:

- Tarvikkeiden vaatimuksenmukaisuus
- Sähköiskulta suojaus (ehjät kotelot, kaapeleiden eristykset)
- Laitteiden sijoitus paloturvallisuuden kannalta
- Johtimien mitoitus kuormaan nähden, häiriösuojaus esimerkiksi taajuusmuuttajakäytöissä.
- Asennusreitit
- Laitteiden kotelointiluokka
- Asennetut suojalaitteet ja niiden suunnitelmien mukaisuus
- Tunnistaminen, eli keskusten nimilaput, varoituskilvet
- Johtimien liitokset.

7.1.2 Testaukset ja mittaukset

Mittaukset täydentävät aistinvaraisia tarkastuksia. Mittausten avulla varmistetaan esimerkiksi, että suojausjärjestelmät toimivat. Lisäksi tärkeää on selvittää, että jännitettä ei virhekytkentöjen takia ole sellaisissa osissa, joissa sitä ei saa olla. /6, s. 58/

Vaaditut mittaukset on määritelty sähköasennusstandardissa SFS 6000. Testaukset voidaan tehdä vasta sellaisessa vaiheessa, kun asennuksen myöhemmät vaiheet eivät enää vaikuta lopputulokseen. Toisin sanoen asennuksen on oltava testattavalta osaltaan täysin valmis ennen testausta. Käyttöönottotarkastuksissa tehtäviä mittauksia saavat tehdä ainoastaan sähköalan ammattilaiset. /6, s. 58/

Mittaukset jakautuvat jännitteettöminä ja jännitteisinä suoritettaviin mittauksiin.

Jännitteettömät mittaukset:

- Suojajohtimen jatkuvuusmittaus. Tämän mittauksen tarkoitus on varmistaa suojajohtimen yhteyden eheys laitekohtaisesti. Mittauksella varmistetaan suojalaitteiden toiminta vikatilanteissa. Mittaustulos on käytännössä aina $< 1 \Omega$
- Eristysresistanssin mittaus. Mittauksen tarkoitus on selvittää sähkölaitteen tai kytkennän eristystaso. Mittaus tehdään jännitteisten johtimien ja maan väliltä 500 V mittausjännitteellä. Vaaditun mittaustuloksen on yleensä oltava suurempi kuin $1 M\Omega$

Jännitteiset mittaukset:

- Syötön automaattisen poiskytkennän varmistaminen. Tämä tapahtuu mittaamalla vikatapauksessa syntyvä oikosulkuvirta ja vertaamalla sitä suojalaitteiden taulukkoarvoihin
- Vikavirtasuojien toiminnan tarkastus. Jokainen vikavirtasuoja on testattava ja testaukseen kuuluu vikavirtasuojan testipainikkeen toiminnan tarkastus sekä sen varmistaminen mittaamalla, että laite toimii nimellistoimintavirrallaan

Lattialämmityskaapeleille eristysresistanssimittaus tehdään sekä ennen asennusta että asennuksen jälkeen kaapelin kunnon varmistamiseksi.

Muut testaukset:

- Napaisuustarkastuksella selvitetään, ettei yksinapaista kytkinlaitetta ole asennettu nollajohtimeen
- Vaihejärjestys
- Jännitelujuustesti
- Toiminnalliset kokeet, kuten releiden ja suojalaitteiden oikea asennus ja säätö.

7.2 Kunnossapitotarkastukset

Kunnossapitotarkastus on osa sähkölaitteiston huoltoa ja kunnossapitoa. Tämän tarkastuksen avulla haltija voi havaita turvallisuutta heikentävät puutteet jo käytössä olevassa sähkölaitteistossa. Kunnossapitotarkastukselle ei ole lakisääteistä velvoitetta, mutta KTM:n päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä (517/96) edellyttää kuitenkin, että laitteiston haltijan on huolehdittava siitä, että laitteiston kuntoa ja turvallisuutta tarkkaillaan, sekä havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti. /6, s. 61./

Kunnossapitotarkastus on siis vapaaehtoinen, ainoastaan räjähdysvaarallisten tilojen, lääkintätilojen ja oppilaitosten sähkölaboratorioiden kunnossapitotarkastuksille on asetettu vaatimuksia standardeissa. /6, s. 61./

Kunnossapitotarkastuksen tekijän tulee olla sähköalan ammattilainen ja hänen on pystyttävä arvioimaan sähköturvallisuuteen liittyviä puutteita /6, s. 61/.

Kunnossapitotarkastuksella varmistetaan, että sähkölaitteisto ei aiheuta sähköiskun tai palon vaaraa ja että asennuksen käyttö on turvallista. Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, jonka perusteella haltija voi korjauttaa havaitut puutteet. /6, s. 61./

7.3 Varmennustarkastus

Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastuksen lisäksi varmennustarkastus, kun kyseessä on luokan 1-3 sähkölaitteisto. Varmennustarkastus on tehtävä myös kyseisten laitteiden muutostöille. /6, s. 61./

Varmennustarkastuksessa varmistetaan riittävän laajasti pistokokein tai muulla tavalla, että sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuudelle asetetun tason ja sähkölaitteistolle on tehty asianmukainen käyttöönottotarkastus. Varmennustarkastuksia voivat tehdä vain valtuutetut tarkastajat tai valtuutetut laitokset.

7.4 Määräaikaistarkastus

Käytössä olevalle sähkölaitteistolle on tehtävä määräaikaistarkastus seuraavasti:

- Luokan 1 sähkölaitteistolle asuinrakennuksia luukuun ottamatta viidentoista vuoden välein, mikäli kuitenkin asuinrakennuksen osana on liiketiloja tai muita pääasiassa muuta käyttöä kuin asumista palvelevia tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 A, on näiden tilojen sähkölaitteistoille tehtävä määräaikaistarkastus viidentoista vuoden välein
- Luokan 2 sähkölaitteistoille kymmenen vuoden välein
- Luokan 3 sähkölaitteistoille viiden vuoden välein.

Määräaikaistarkastuksissa varmistetaan riittävän laajasti pistokokein tai muulla tavalla, että sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle on tehty huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet. Sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet tule olla käytettävissä, sekä sähkölaitteiston laajennus- ja muutostöistä on tarvittavat tarkastuspöytäkirjat. /6, s. 63./

Määräaikaistarkastuksen voi tehdä ainoastaan valtuutettu laitos. Määräaikaistarkastuksesta laaditaan pöytäkirja laitteiston haltijan käyttöön.

8 DOKUMENTOINTI JA PIIRUSTUKSET

Monista vanhoista kohteista ei välttämättä ole aina ajan tasaisia sähköpiirustuksia, tai ne ovat kadoksissa. Nykyisin tilanne on muuttunut parempaan päin ja suunnittelijat sekä rakennuttajat vaativat sähköurakoitsijaa täydentämään piirustuksia. Tämä on kaikille yhteinen etu, sillä se helpottaa usein vian etsijöiden työtä ja on yleensä ainoa apuväline vikaa paikannettaessa. Asennusmuutokset on siis aina merkittävä piirustuksiin. Myös SFS 6000 -standardi vaatii yksiselitteisesti, että jokaisesta sähköasennuksesta on oltava tarpeelliset dokumentit ja dokumentointiin on käytettävä laadittuja kaavioita, piirustuksia ja taulukoita. Sähköpiirustuksista on selvittävä vähintään virtapiirien laji ja rakenne, eli kulutus pisteiden sijainti, johtimien lukumäärä ja koko, johtolaji sekä johtojen tyypit. Lisäksi piirustuksista tulee selvittää tiedot, joiden avulla suoja-, kytkin- ja erotuslaitteiden ominaisuudet ja sijainti voidaan tunnistaa. /6, s. 67./

8.1 Tärkeimmät sähköpiirustukset

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi tärkeimpiä sähköpiirustuksia sähköurakassa.

8.1.1 Asemapiirustus

Asemapiirustus käsittää rakennuskohteen ja sen ympäristön, ja se esitetään yleensä mittakaavassa 1:200. Tähän piirustukseen merkitään ulos asennettavat laitteet ja niiden johdotukset, sähkölaitoksen ja teleoperaattoreiden liittymisjohdot sekä niiden kulkureitit. Mahdollisten vikojen ja kaivausten varalta reitit on merkittävä heti asennusvaiheessa asemapiirustukseen. /6, s. 68./

8.1.2 Putkitus- ja johdotuspiirustus eli tasopiirustus

Tasopiirustus laaditaan yleensä mittakaavaan 1:50. Tämä on rakennuksen pohjapiirustus, jossa esitetään sähköputkien, kanavien ja hyllyjen muodostamat johtojen asennustiet, rasiat, kojeet ja laitteet sekä niiden sijoitukset ja johdotukset sekä asennustiedot. Valaisimet merkataan positionumeroilla, jotka viittaavat valaisinluetteloon. Suurissa kohteissa on yleensä erilliset telelaitteiden tasopiirustukset. /6, s. 68./

8.1.3 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaavioissa esitetään eri järjestelmien, kuten turvavalaistus, antenni ja yleiskaapeloinnin asennustiedot yksinkertaistetussa muodossa. Järjestelmä laaditaan usein rakennuksen aksonometriseen piirustukseen, jossa esitetään järjestelmän pää- ja runkokaapelit sekä niiden kulkureitit. Yksinkertaisimpia järjestelmiä ei yleensä piirretä tähän muotoon. /6, s. 68./

8.1.4 Keskuskaaviot

Keskuskaaviot eli keskuksien pääkaaviot esittävät keskuksen tärkeimmät tekniset tiedot ja rakenteen sekä lähdöt ja niihin liittyvät komponentit. Pääkaaviot piirretään yksiviivaisena esityksenä, ja siihen merkitään olennaiset ohjaus-, mittaus- ja valvontalaitteet, mutta ei niiden yhteyksiä, jotka esitetään piirikaavioissa. Pääkaavioihin ei merkitä laitteiden tyyppejä, releiden asetteluarvoja eikä muuta yksityiskohtaista tietoa. Pääkaavion etulehdellä esitetään sähkö- ja rakennustekniset sekä merkintä-, kaluste- ja kaapelointitiedot. /6, s. 69./

8.1.5 Piirikaaviot

Piirikaavioissa esitetään lähdön komponenttien väliset kytkennät yksityiskohtaisesti, mutta ei komponenttien todellista kokoa, muoto tai sijaintia. Piirikaavioissa jokainen johdinyhteys esitetään omalla viivallaan. Ulkoiset piirit voidaan esittää yksinkertaistettuina ja viitata halutessa täydelliseen kaavioon. Piirikaavioissa esitetään ohjauspiirin lisäksi myös pääpiirin kytkentä tarpeellisessa laajuudessa. /6, s. 69./

8.1.6 Johdotustaulukot

Johdotustaulukoista käytetään myös nimitystä liitântätaulukko. Liitântätaulukot liittyvät yleensä piirikaavioihin täydentäen niitä ja esittävät laitteen sisäisen ja ulkoisen johdotuksen kytkennät. Esimerkiksi sulakelähtöön liittyvät riviliittimet sekä niihin kytkettävät ohjaus-, valvonta- ja hälytysjohdot. Yleensä liitântätaulukko on esitetty piirikaavion päävirtapiirin yhteydessä. /6, s. 69-70./

8.1.7 Kokoonpanopiirustukset

Kokoonpanopiirustukset ovat keskusvalmistajan piirtämiä ”naamakuvia”, jotka esittävät keskuksen komponenttien sijoittelun ja keskuksen mitat, eli miten keskus on rakennettu. Kokoonpanopiirustuksissa on myös laitteiston pääpiirteinen virtapiirikaavio. Keskuksen kansiosa ja kokoonpano esitetään usein omina lehtinään. Vakiokeskusten kokoonpanopiirustuksia löytyy valmistajien internet sivuilta. /6, s. 70./

8.2 Piirustusten jaottelu toteutusvaiheen mukaisesti

Yleisesti ottaen sama piirustussarja kulkee rakennusprojektin mukana yleensä aina hieman muotoaan muuttaen. Projektin aikana piirustuksia täydennetään ja toteutusvaiheesta riippuen piirustussarjaa kutsutaan eri nimillä. /6, s. 70./

8.2.1 Suunnitelmapiiirustukset

Suunnitelmapiiirustukset ovat nimensä mukaisesti sähkösuunnittelijan laatimat piirustukset, jotka voivat sisältää vain perustietoa hankkeesta tai voivat olla myös riittävän yksityiskohtaiset työpiirustuksiksi. Ellei erityistä syytä yksityiskohtaiseen määrittelyyn ole, esitetään suunnitelmat piirustuksissa vain esimerkkeinä. /6, s. 70./

Suunnitelmapiiirustusten perusteella sähköurakoitsija voi määrittellä hankkeen kustannuksen työselityksen edellyttämällä tasolla ja antaa kohteesta urakatarjouksen. Suunnitelmapiiirustuksiin sisältyy yleensä pääkaaviot, tasopiirustukset, järjestelmäkaaviot, periaatepiirikaaviot, valaisinluettelo ja sähkötyöselitys. /6, s. 71./

8.2.2 Työpiirustukset

Työpiirustukset ovat hankkeen toteutusta varten laadittuja yksityiskohtaisia piirustuksia, joissa määritellään laitteiden sijoitukset ja liittymiset muihin laitteisiin. Yleensä sähköurakoitsija täydentää suunnitelmapiiirustukset työpiirustuksiksi. Lisäksi kaikki lisäykset ja muutokset on merkittävä työmaalla työpiirustuksiin, näitä muutettuja piirustuksia kutsutaan tarkepiirustuksiksi. Esimerkkinä

työpiirustuksista voidaan mainita piirikaaviot esimerkiksi valaistuksen ohjauksista tai ryhmänumeroilla varustetut tasopiirustukset. /6, s. 71./

8.2.3 Luovutuspiirustukset

Luovutuspiirustukset esittävät toteutettua hanketta todenmukaisesti. Kaikki asennukset esitetään siinä tilanteessa, jossa ne on otettu tarkastettuina käyttöön. Käytännössä sähköurakoitsija luovuttaa tilaajalle loppupiirustuksiksi merkittyinä ja päivättyinä tarkepiirustusten mukaan korjatut ja täydennetyt suunnitelma- ja työpiirustukset.

Luovutuspiirustukset ovat yleensä sähköurakoitsijan viimeinen ponnistus saatuaan urakkansa loppuun. /6, s. 71/

9 PROJEKTINJOHTAJAN MUISTILISTA

- Budjetti, heti kun työ on tilattu
- Maksuerätaulukko, heti kun työ on tilattu
- Urakkasopimus, mahdollisimman nopeasti
- Aloituspalaverit
- Työmaasopimus asentajan kanssa
- Lisäyötarjousten laskutustaulukko
- Maksuerälaskutukset, kahden viikon välein tai kokousaikataulun mukaisesti
- Urakan loppuselvitys asentajan kanssa, mittaukset, tarkastukset yms.

10 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli tehdä yleisluontoinen kuvaus sähköurakan projektinjohtollisista tehtävistä ja siitä, kuinka sähköurakka etenee. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, miten sähköurakka saadaan kunniakkaasti päätökseen.

Työn lopputuloksena syntyi dokumentti, jossa on pyritty etenemään kronologisesti sähköurakan tehtävien mukaan. Alussa selvitettiin eri urakkamuotoja ja

miten eri osapuolet ovat toisiinsa kytköksissä. Seuraavaksi käsiteltiin urakka-sopimusta, jossa sivuttiin myös vaiheita, jotka johtavat mahdollisesti sopimuksen tekoon.

Sähköurakan vaiheet on pyritty esittämään aikajärjestyksessä työtehtävien hahmottamisen helpottamiseksi. Tavoitteena oli, että jopa ensimmäistä kertaa projektinhoitajana toimiva henkilö kykenisi hahmottamaan, millainen kokonaisuus sähköurakka on ja millaisia tehtäviä sekä haasteita projektinhoitaja kohtaa. Aluksi pyrittiin tuomaan esiin yrityksen sisäisiä tehtäviä, kuten aikataulutusta, resursointia ja budjetointia. Työmaan kokouksista ja kokouskäytännöistä pyrittiin selvittämään kokousten eroavaisuudet ja niiden sisältö. Lopuksi selvitettiin, millaisia tarkastuksia valmiille sähköasennuksille on suoritettava sekä mitkä piirustukset ovat sähköurakoitsijan kannalta tärkeimpiä.

Tätä opinnäytetyötä voidaan käyttää esimerkiksi tiedonlähteenä sähköalan opiskelijoille, yrityksen uuden henkilökunnan perehdyttämiseen tai ohjeena ja muistilistana projektinjohdollisissa tehtävissä jo toimiville henkilöille.

LÄHTEET

- /1./ Ala-Röyskö, Kari. Sähköneliö Oy, Toimitusjohtaja. Sähköneliö Oy:n historia. Haastattelu. Haastateltu 24.2.2017.
- /2./ Lindholm, J. 2015. Suomen Kiinteistölehti. Rakennushankkeen eri urakkamuodoista. WWW-dokumentti. Ei päivitystietoa. Viitattu 22.1.2017. Saatavissa: <http://www.kiinteistolehti.fi/rakennushankkeen-eri-urakkamuodoista/>
- /3./ Sähköala.fi. Rakennushankkeen sopimussuhteet ja eri urakka-
muodot. WWW-dokumentti. Ei päivitystietoa. Viitattu 22.1.2017.
Saatavissa: http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi_FI/Sopimussuhteet%20/
- /4./ Rakentaja.fi. 3.2.4 Urakkasopimus. WWW-dokumentti. Päivitetty 1.6.2012. Viitattu 24.1.2017. Saatavissa: <https://www.rakentaja.fi/artikkelit/1745/rakennussuunnittelu.htm>
- /5./ Rakentaja.fi. Urakkaneuvottelut. WWW-dokumentti. Päivitetty 27.1.2009. Viitattu 24.1.2017. Saatavissa: <https://www.rakentaja.fi/artikkelit/4420/urakkaneuvottelut.htm>
- /6./ Sähköinfo Oy. Rakennusalan sähköistysopas 2014. WWW-dokumentti. Ei päivitystietoa. Viitattu 25.1.2017. Saatavissa: http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/sahkoturvallisuus/fi_FI/rakennusalan_sahkoistusopas/

Askonkatu 13
15100 LAHTI

TARJOUS 189/2017

1/1

27.2.2017

Rakennusliike AB OY
Yhteyshenkilö
email:
p.

Rakennusliike AB tilojen sähkötyöt

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoudumme suorittamaan em. kohteen sähkötyöt

kokonaishintaan , - € alv 0%

Hinnat € , alv 0 %
Toimitusehto YSE 1998
Maksuehto 14 pv netto
Tarjous voimassa 1 kk

Kuulumme Tilaaja.fi -palveluun

Toivomme tarjouksemme sopivan Teille.

Ystävällisesti

SÄHKÖNELIÖ OY

Timo työnjohtaja
p. 040 123 4567



Lisäyötarjous

1/1

Askonkatu 13
15100 LAHTI27.2.2017

Rakennusliike ABC OY
KOY ABC
Abctie 111**Valaisin lisäykset revisiopiirustuksen mukaan:**

Valaisimet	XX €
Kaapelit	XX €
Valaisinten asennus	XX €
Kaapelointi	XX €

Yhteensä XX € alv 0%

Ystävällisesti
SÄHKÖNELIÖ OYTimo Työnjohtaja
gsm. 040 1234567

Liite 3.
Mittauspöytäkirja



SÄHKÖNELIÖ

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Abctie 111
12345 Lahti
KOY ABC

SELITYS

ZI=Vikapiiri(L-PE) oikosulkumuipedanssi
Ik=Oikosulkuvirta
U=jännite

Idn=Vikavirtasuojan laukaisuvirta
It=Vvs toiminta-aika
Re=Eristystyresistanssi

Testauslaitteisto:

Mittaja:

Tarkastaja:

Ryhmä	Pe Jatkuvuus	Vikapiiri(L-PE)	Ik/A	U/V	VvSK		Re(L1,L2,L3-PE)		U/V	Huom.
					Idn/mA	It/ms	In	Re/M Ω		
	R/Ω	ZI/Ω								

Lattialämmityskaapelin mittauspöytäkirja


SÄHKÖNELIÖ LÄMMITYSKAAPELEIDEN
MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Kohde	Rln Ohm	Ennen Valua		Valun jälkeen	
		Rin/Ohm	Re/Ohm	Rin/Ohm	Re/Ohm
Tuulikaappi					
Eteinen					
Keittiö					
Olohuone					
Makuuhuone					
WC/Pesu					
Sauna					
Autotalli					
Varasto					
Mittaus suoritettu	Pvm.				

Rln Nimelliskokonaisvastus, kts liitosrasia

Rln Lenkkivastus, vaatimus Rln -10- -5%

Re Eristysvastus, vaatimus 1kOhm/mittausjännitteen V

Mittalaite Fluke Yleismittari

Mittauskohde _____

Mittaaja _____