



Markus Anttila

## Kerrostalon sähköurakka

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkövoimatekniikka

Insinöörityö

16.5.2022

## Tiivistelmä

Tekijä: Markus Anttila  
Otsikko: Kerrostalon sähköurakka  
Sivumäärä: 25 sivua  
Aika: 16.5.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka  
Ohjaajat: Lehtori Vesa Sippola

---

Tässä työssä tutustuin kerrostalon sähköurakkaan. Työn tavoitteena oli valmistaa minua toimimaan samankaltaisessa urakassa työnjohtajana.

Olin tekemässä sähköasennuksia koko sähköurakan ajan saadakseni käsitystä eri työvaiheista. Työn kirjallisessa vaiheessa tutustuin rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin ja urakoimisen toimintatapoihin.

Työn aikana sain hyvän käsityksen sähköurakan eri työvaiheista ja toimintavoista. Ymmärsin hyvän suunnittelun ja viestinnän olevan erittäin tärkeää, jotta urakoinnissa onnistuisi hyvin.

Avainsanat: kerrostalo, sähköurakointi, sähköasennukset

## Abstract

Author: Markus Anttila  
Title: Electrical contracting for apartment block  
Number of Pages: 25 pages  
Date: 16th May 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation engineering  
Professional Major: Electrical power engineering  
Supervisors: Vesa Sippola, Senior Lecturer

---

This thesis about electrical contracting for apartment block. The purpose was to prepare me to act as a supervisor on a similar project.

I worked on electrical installations during the project to get an idea of stages of work in contracting for apartment blocks. I got myself familiar with general conditions for building contracts and modes of operation.

While working on this thesis I got a clear picture of stages of work modes of operation on electrical contracting. I realized how important good planning and communication is for successful electrical contracting.

Keywords: Apartment block, electrical contracting, electrical installations

## Sisällys

### Lyhenteet

1 Johdanto	6
2 Sähköasennuksien työvaiheet	7
2.1 Betonielementtien putkitus	7
2.2 Kaapelireitit	8
2.3 Elementtien kaapelointi	8
2.4 Lattialämmityskaapeleiden asennus	8
2.5 Runkokaapelointi	10
2.6 Huoneistojen kaapelointi ja kalustus	11
2.6.1 Huoneiston kaapelointi	11
2.6.2 Huoneiston kalustus	12
2.7 Sähkökeskukset ja yleiset tilat	13
2.8 Käyttöönottomittaukset	13
3 Urakan eteneminen	15
3.1 Sähköurakan saaminen	15
3.2 Toteutuksen suunnittelu	16

3.3 Työmaasopimus	17
3.4 Työmaan aloituskokous	18
3.5 Työmaakokous	18
3.6 Urakoitsijapalaveri	19
3.7 Itselleluovutus	19
3.8 Vastaanottokokous	20
3.8.1 Vastaanottokokouksen pöytäkirja	21
3.9 Taloudellinen loppuselvitys	21
3.10 Takuu, vakuudet ja pidätysoikeus	22
4 Urakan arviointi	23
5 Yhteenveto	25
Lähteet	26

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoitus on tutustuttaa opiskelija kerrostalon sähköurakkaan. Kerrostalo sijaitsee pääkaupunkiseudulla, ja sähköurakasta vastaa alueella toimiva keskikokoinen sähköurakointiyritys.

Sähköasennusten työvaiheet käydään pintapuolisesti läpi, projektin kulkua katsotaan työnjohtajan näkökulmasta ja lopuksi pohditaan sähköurakan aikana opittuja.

Työn tarkoituksena on tutustuttaa opiskelija uudisrakentamisen sähköurakkaan, jotta hän kykenisi tulevaisuudessa toimimaan vastaavanlaisessa urakassa työnjohtajan roolissa. Olen ollut itse tekemässä sähköasennuksia koko urakan ajan ja työn kirjallisessa vaiheessa tutustunut projektin johtamiseen, lainsäädäntöön ja rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin. Projektista saadut kokemukset ja opit antavat hyvät valmiudet siirtyä harjoittelevan työnjohtajan rooliin.

## 2 Sähköasennuksien työvaiheet

Kohteessa on 77 asuntoa, jaettuna kolmeen rappukäytävään ja kahteen rakennukseen. Urakkaan kuuluu myös yleiset tilat ja parkkihalli. Kerrostalo rakennetaan ontelolaattaelementeistä ja väliseinät tehdään kipsilevystä. Sähköasennukset tehtiin sähkösuunnitteluyrityksen tekemien suunnitelmapiirustusten pohjalta.

### 2.1 Betonielementtien putkitus

Kun kyseessä on ontelolaattatalo, täytyy elementissä olevat koje- ja jakorasiat putkittaa. Putkituksen tarkoituksena on varmistaa, että kaikilla elementeissä kulkevilla kaapeleilla on olemassa reitti. Betonielementissä olevat rasiat on putkitettu tehtaalla elementin yläreunaan asti. Siitä eteenpäin on reitti putkitettava elementtisaumoissa, joko seuraavaan kojerasiaan (esimerkiksi pistorasioiden ketjutuksessa), jakorasiaan tai kohtaan asunnossa, johon tulee alakatto. Alakatossa kaapeli voidaan viedä perille huoneiston kaapeloinnin yhteydessä.

Antenni- ja atk-rasioista johtimet menevät suoraan asunnon ryhmäkeskukselle, joten ne putkitetaan sellaiseen kohtaan asuntoa, josta ne voidaan vetää alakatossa keskukselle asti. Kohteessa käytimme putkijohtoa, jossa johtimet ovat valmiina putken sisällä, joten johtimia ei tarvitse erikseen vetää.

Onteloon asennettaville valaisimille ja paloilmottimille tulee myös tehdä reitti. Valaisimien ja paloilmottimien paikat tulee mitata tasokuvasta tarkasti ja merkitä huoneiston kattoon. Onteloon viedään kovaa asennusputkea noin metrin päähän reiän kohdasta, jotta asennusjousi saadaan kohdistumaan reiän kohdalle. Myöhemmin huoneiston kattoon porataan reikä, joista kaapeli voidaan vetää.

## 2.2 Kaapelireitit

Sähkökeskuksista lähtee kaapelit kaikkiin tiloihin. Tilasta toiseen kaapelit kulkevat tikashyllyillä, levyhyllyillä ja valaisinripustuskiskoilla. Hyllyt ja kiskot asennetaan suunnitelmapiirustuksissa näkyville paikoille. On kumminkin syytä tarkistaa sijoituksen yhteensopivuus muun talotekniikan kanssa. Sijoituksessa tulisi välttää putkistojen ja kanavien taakse sijoittamista sekä liian korkealle asentamista.

Kiskot asennetaan joko kierretangoilla ja kannattimilla kattoon tai seinärakenteisiin kulmarauodoilla. Rakenteiden, joihin hyllyt kiinnitetään, on kestettävä hyllyjen ja niiden päälle tulevan kuorman aiheuttama kuormitus. Kiinnitys on tehtävä siten, etteivät ne pääse kallistumaan tai kiertymään pitkäikäisyydessä. Mikäli hylly- ja kiskorakenteet ovat alttiina lämpötilamuutoksille, tulisi niille jättää riittävät lämpölaajenemistilat. [1, s. 4.]

## 2.3 Elementtien kaapelointi

Kun betonielementtien putkitukset on tehty, voidaan ne kaapeloida ennen väliseinäasennuksia. Näin huoneiston kaapelointi on nopeampaa, kun väliseinät tulevat. Kaapelointiin tarvitaan avuksi vetojousi, joka työnnetään ensin putkesta. Jouseen kiinnitetään kaapelin toinen pää, jonka jälkeen jousella vedetään kaapeli putkeen. Kaapeli leikataan niin, että rasiaan jää noin 15 cm asennusvaraa. Jos kaapelin toista päätä ei voida viedä perille asti, mitoitetään loppu matka ja leikataan kaapeli sen mukaan. Kaapeli tulee merkitä niin, että myöhemmin on selvää mikä kaapeli on kyseessä. Valaisimien ja palovaroittimien reiät tulisi tässä kohtaa olla porattuna, jotta niiden kaapelointi onnistuu.

## 2.4 Lattialämmityskaapeleiden asennus

Kyseisessä kohteessa sähköisiä lattialämmityksiä asennettiin vain kylpyhuoneisiin. Lämmityskaapelin asennus täytyy suunnitella huolellisesti

ennen asennustyön aloittamista. Sähkösuunnitelmissa on ilmoitettu kaapelin tyyppi, teho, pituus, asennusväli ja alue, jolle lämmityskaapeli asennetaan. Tästä huolimatta tarkan asennusvälin ja reitin määrittäminen jää asentajan vastuulle, jotta pystytään ottamaan huomioon viemäriputket, lattiakaivot ja seinien läheisyys. Kuvasta 1 nähdään lämmityskaapelin oikeaoppinen asennus.



Kuva 1. Lämmityskaapelin asennus lattiaraudoitukseen.

Ennen lämmityskaapelin asentamista johdinlenkin resistanssi ja johtimien ja vaipan välisen eristysresistanssi tulee mitata, ottaa lukemat ylös ja verrata valmistajan antamiin arvoihin, jotta varmistutaan, että kaapeli on kunnossa. Kaapelin johdinpää menee asennusputkessa kylpyhuoneen seinässä olevaan termostaatille varattuun kojerasiaan. Myös anturille on vedettävä oma putki kojerasialta. Anturi tulee viedä putkessa lattiavalun sisään kohtaan, jossa se on lämmityskaapelin silmukan keskikohdassa ja vähintään kolmekymmentä senttiä seinästä, jotta anturi mittaa lattialaatan todellista lämpötilaa. Putken anturipää täytyy tulpata, jotta putkeen ei pääse betonia tai kosteutta valun aikana.

Pääurakoitsija merkitsee kylpyhuoneen seinien paikat ja asentaa kylpyhuoneen pohjalaattaan lattiarauoituksen sopivalle korolle, johon lattialämmityskaapeli asennetaan. Lämmityskaapelia ei saa asentaa kaappien, työpöytien,



WCistuinten ja väliseinien alle, eikä liian lähelle muovisia viemäriputkia. Kun sopiva reitti ja asennusväli on mietitty, asennetaan lämmityskaapeli lattiaraudoitukseen nippusitein tai sidontalangalla.

Kun lämmityskaapeli on asennettu ja valu on tehty, kaapelista täytyy mitata uudelleen johdinlenkin resistanssi ja eristysresistanssi. Lukemat otetaan ylös ja verrataan valua edeltäviin arvoihin, näin varmistutaan siitä, että kaapeli on kunnossa. [2, s. 190.]

## 2.5 Runkokaapelointi

Jokaiseen asuntoon viedään ryhmäkeskukselle syöttökaapeli suoraan mittarikeskukselta sekä tele- ja antennikaapelit jakamolta ryhmäkeskuksen itosaan. Data- ja antennikaapeleiden kanssa samaan aikaan vedetään kaapelit vesimittareille ja huoneiston lämpötilan mittaukselle, jotka vedetään valvontaalakeskukselle.

Jokaisella rappukäytävällä on oma mittarikeskus ja jakamo, jotka sijaitsevat kellarikerroksen sähkökeskuksessa. Kellarikerroksessa vahvavirtakaapelit kulkevat tikashyllyjä pitkin, heikkovirta levyhyllyjä. Kaapelit viedään Elpohormien alle, josta ne vedetään ylös asuntoihin. Elpo-hormi on betonirunkoinen hormielementti, josta löytyy kaikki vesi- ja lämpöjohdot, viemärit, sadevesiviemärit, ilmanvaihtokanavat sekä putkitukset sähkö- ja tietoliikennekaapeleita varten.

Vahva- ja heikkovirtakaapeleille on omat horminsa.

Asunnossa kaapelit vedetään Elpo-hormin ylemmästä reiästä asuntoon. Syöttökaapelit mitoitetaan keskukselle, vesimittarin kaapeli vesimittarille ja lämpötilan mittauksen kaapeli termostaatille, asennusvaroineen. Tämän jälkeen Elpo-hormit suljetaan palosuluin.

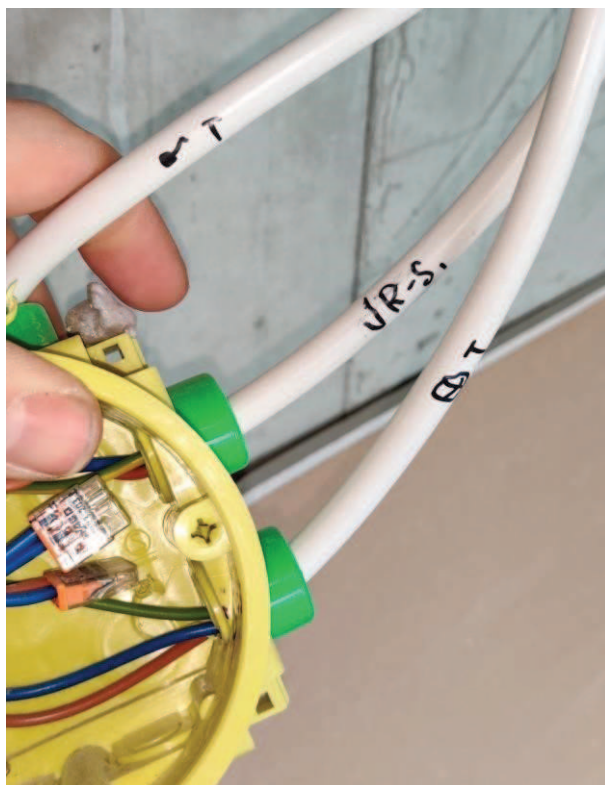
## 2.6 Huoneistojen kaapelointi ja kalustus

### 2.6.1 Huoneiston kaapelointi

Rakennuttaja asentaa huoneistoihin väliseinärungot ja toisen puolen kipsilevyseinän valmiiksi. Tämän jälkeen huoneisto kaapeloidaan valmiiksi. Kaapelit sijoitetaan eteisessä ja kylpyhuoneessa alakaton sisään kattokiinnikkeillä, keittiön tai muiden kiinteiden kalusteiden yläsokkeliin, väliseinien sisään tai mahdollisesti katonrajassa kulkeviin kaapelikoteloihin. Alakattoon tulevien valaisimien tai paloilmottimien paikat tulee merkata, jotta alakattojen tekijät tekevät niille tarvittavat reiät.

Väliseiniin merkitään kojerasioiden paikat, jotta väliseinien asentaja osaa laittaa ne oikeille paikoilleen seiniä sulkiessaan. Kojerasiat kaapeloidaan tasokuvan mukaisesti seuraavaan kojerasiaan, jakorasiaan tai suoraan keskukselle. Kaapeloinnin jälkeen jakorasiat voidaan kytkeä valmiiksi. Jos jakorasia jää seinään, tulee rasiakansi jättää päälle, kunnes seinät ovat maalattu. Maalauksen jälkeen maalilla peittyneet rasiakannet poistetaan ja ne korvataan ruuvattavilla peitekansilla.

Mikäli jakorasia jää alakattoon tai sokkeliin, voi niihin ruuvata peitekannen valmiiksi. Kaapelit tulee merkitä kuten kuvassa 2, jotta mahdollinen korjaus- tai huoltotoimenpiteet olisivat helpompia. Kun asunnon kaapelointi on valmis, väliseinien asentaja tekee koje- ja jakorasioille reiät, laittaa rasiat paikalleen ja sulkee väliseinät.



Kuva 2. Kaapelien merkintä jakorasiassa.

Kaapeloinnin jälkeen huoneiston ryhmäkeskus voidaan kytkeä. Huoneiston ryhmien syöttökaapelit tuodaan numerojärjestyksessä keskukselle ja työnnetään johtoaihioista, keskuksen sisälle. Kaapeleista kuoritaan ulkovaipat ja kaapelit numeroidaan ryhmätunnuksin. Johtimet vietään siististi suunniteltuihin johdonsuojakatkaisijoihin tai vikavirtasuojiin. Kytkemisen jälkeen kiinnitetään keskuksen kansi, jolla peitetään kaapelointi, mutta suojalaitteet jäävät käytettäviksi.

### 2.6.2 Huoneiston kalustus

Kun huoneistot on maalattu, voidaan niihin asentaa sähkökalusteet. Ensiksi kojerasioiden kannet täytyy koputella auki maalin alta. Kattoon asennetaan valaisinpistorasiat, palovaroittimet, alakattoon upotettavat led-valaisimet ja kojerasioihin pistorasiat ja kytkimet. Peitelevyjien ja kojeiden suoruus tulee tarkistaa vatupassilla. Asentajalla olisi hyvä olla mukana pieni laatikko, johon voi kerätä katkaistut johdinpätkät, kuoritut eristeet ja muut kertyvät roskat.

Kun keittiön kalusteet on asennettu, keittiön sähkökalusteet, kuten työtason valaistus ja pistorasiat, voidaan asentaa. Myös liesien ja liesituulettimien kytkeminen kuuluu sähköasentajan vastuulle.

## 2.7 Sähkökeskukset ja yleiset tilat

Sähkökeskushuoneisiin asennetaan keskukset seinään. Keskuksen sisäiset kytkennät on tehty valmiiksi tehtaalla, mutta kaikki keskuksen tulevat ryhmä- ja ohjauskaapelit tulee kytkeä keskuksen yläosasta löytyviin riviliittimiin. Kytkennän jälkeen kaapeleihin tulee merkitä ryhmänumerot. Myös keskuksen tulppa- ja kahvasulakkeiden asentaminen on urakoitsijan vastuulla.

Käytävien alakattojen ryhmät kaapeloidaan ja katon kojeisto asennetaan, kun alakaton toisen puolen kattolevyt on laitettu paikoilleen. Seinien pistorasiat ja valaisimet voidaan asentaa maalauksen jälkeen.

Muita yhteisiä tiloja ovat esimerkiksi välinevarastot, pesulat, kuivaushuoneet ja kerhohuoneet. Tiloista löytyvät kojeet ja valaisimet asennetaan ja kytketään. Yleensä nämä tilat valmistuvat urakassa viimeiseksi, ja niitä voidaan vielä viimeistellä luovutuksen jälkeenkin.

## 2.8 Käyttöönottomittaukset

Asennusten valmistuttua sähköurakoitsija tekee oman työn tarkistuksen eli käyttöönottotarkastuksen ja siihen liittyvät mittaukset ja testaukset ennen varmennus- ja vastaanottotarkastusta. Tarkastuksessa varmistetaan, että laitteisto on määräysten mukainen ja siten turvallinen. Vaatimukset käyttöönottotarkastuksille on esitetty standardissa SFS 6000-6-61[3.]. Käyttöönottotarkastus suoritetaan kaikille järjestelmille ja tarkastuksesta laaditaan mittauspöytäkirjat. Havaitut puutteet korjataan ennen varmennustarkastusta.

## Suojajohdinsiirin jatkuvuuden testaus

Suojajohdinsiirin jatkuvuuden mittauksella varmistetaan, että pistorasioiden suojakoskettimet ja kiinteästi asennettujen sähkölaitteiden koskettavissa olevista metalliosista on yhteys ryhmäkeskuksen PE-kiskoon. Käytännössä testillä selviää, onko liitokset ja kytkennät tehty oikein. Mittaukset tehdään ryhmittäin ja mittauspöytäkirjaan merkataan suurin mittaustulos. [3.]

## Eristysresistanssi

Eristysresistanssimittauksella tarkistetaan, että virta- ja suojajohdinsiirien välillä on riittävän hyvä eristys. Mittaus tehdään ryhmäkeskuksen nousujohdosta, niin että kaikki johdonsuojakatkaisijat ja vikavirtasuojakytkimet ovat kiinniasennossa. Myös mahdolliset tulppa- ja kahvasulakkeet on oltava paikoillaan. Mittaustuloksen on oltava vähintään 1 M $\Omega$ . Mikäli näin ei ole, tehdään mittaukset ryhmittäin, kunnes vika saadaan paikallistettua. [3.]

## Syötön automaattisen laukaisun testaus

Syötön automaattisen laukaisun testauksella tarkistetaan, että johdonsuojakatkaisijat ja sulakkeet toimii 0,4 sekunnissa. Tällä varmistetaan, ettei suojausluokan 1 sähkölaitteen käsin koskettavista metalliosista saa vian aikana vaarallista sähköiskua. Testissä mitataan oikosulkuvirta ryhmän pisimmästä johdon pistorasiasta tai laitteesta. Pisimmässä kaapelissa oikosulkuvirta on pienin. [3.]

## Vikavirtasuojakytkimen koestus

Vikavirtasuojakytkimen toiminta tulee testata. Ensin testataan, toimiiko vikavirtasuojakytkin testipainikkeesta. Tämän jälkeen mitataan vikavirtasuojakytkimen laukaisuaika ja toimintavirta. Mitatun toimintavirran tulisi olla 1/2–1-kertainen nimellisarvoon nähden. [3.]

## Napaisuuden tarkistaminen

Yksinapaisten kytkinlaitteiden asentaminen nollajohtimeen on kielletty. Tästä syystä on varmistettava, että kaikki yksinapaiset kytkinlaitteet on kytketty vaihejohtimiin. Käytännössä tätä ei voida asennuksia purkamatta mittauksilla varmistaa, vaan asentajan on varmistettava tämä kytkennän yhteydessä. [3.]

Kiertosuunnan tarkistaminen

Kolmivaihemootoreissa saattaa väärä pyörimissuunta aiheuttaa sähkölaitteiden rikkoutumista. Tästä syystä keskuksella ja 3-vaihepistorasioissa täytyy tarkistaa kentän kiertosuunta. [4, s. 34.]

### **3 Urakan eteneminen**

#### **3.1 Sähköurakan saaminen**

Sähköurakointiyritys sai tarjouspyynnön toimijalta, jonka kanssa yritys on tehnyt urakoita aikaisemmin. Tämä on hyvin tavanomaista alalla. Kun on todettu yhteistyön toimivan yrityksen kanssa, halutaan sen kanssa toimia uudelleen, sen sijaan että aloittaisi yhteistyön täysin uuden toimijan kanssa. Tarjouspyyntö pitää yleensä sisällään hinnan lisäksi myös vaatimuksia aikataulusta, laadusta, teknisestä toteutuksesta ja mahdollisesti pyydetään tositteita maksukyvyistä ja referenssejä vastaavista hankkeista.

Tarjouksen tekeminen

Tarjouspyyntöön vastaaminen vaatii tarkan urakkalaskelman tekemistä. Urakkalaskelmassa lasketaan urakan materiaalikustannukset, henkilökustannukset ja muut muuttuvat kustannukset, jotta saadaan laskettua urakan kokonaiskustannukset. Muuttuvia kustannuksia ovat esimerkiksi seuraavat:

- asentajien ja työnjohdon matkakustannukset
- asentajien ja työnjohdon päivä- ja ruokarahat

- kärkimieslisät
- takuutyöt
- mahdolliset suunnittelu ja piirustuskustannukset
- rahdit ja kuljetukset
- tarkastusmaksut.

Laskettuihin kokonaiskustannuksiin tulee lisätä vielä yrityksen katetuotto, jotta saadaan veroton tarjoushinta.

### 3.2 Toteutuksen suunnittelu

Ennen projektin alkua projektinhoitajan kannattaa etukäteen suunnitella projektin etenemistä. Tällä tavoin voidaan sujuvoittaa urakan kulkua. Hyvä tapa suunnitteluun on käydä tarkasti läpi tarjouslaskenta, urakkasopimus, urakkaneuvottelut ja kaikki saatavilla olevat projektin dokumentit.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot luovat toiminnalle pohjan, mutta jos projektissa on kohtia, joissa poiketaan näistä sopimusehdoista, tulisi ne arvioida erityisen huolellisesti.

Toteutuksen suunnittelusta syntyy projektisuunnitelma. Projektisuunnitelma sisältää muun muassa:

- projektiorganisaation, henkilöstön tehtävät ja vastualueet
- aikataulut ja henkilöstön varaus
- tarvittavien materiaaliressurssien varaus
- tehdään riskianalyysi
- tarvittaessa projektille hankitaan rahoitus
- määritellään urakan tavoitteet.

Projektin edetessä on hyvä verrata projektin kulkua projektisuunnitelmaan. Näin voidaan reagoida mahdollisiin muutoksiin hyvissä ajoin, ja sen myötä tehdä muutoksia esimerkiksi henkilöstöresursseihin.

Työnjako muiden toimijoiden kanssa

Urakan osapuolilla on oltava selvä käsitys oman urakan rajoista. Ennen projektin aloitusta on tärkeää käydä läpi urakan toimijoiden urakkarajat. Urakan sopimusasiakirjoista tulisi löytyä urakkarajaliite, josta rajat käyvät ilmi.

Mahdolliset epäselvyydet tulisi ratkaista ennen urakan aloittamista. Myös mahdollisille alihankkijoille on tehtävä selvät rajat aliurakalle.

Työturvallisuudesta vastaa kumminkin aina pääurakoitsija.

### 3.3 Työmaasopimus

Asentajan näkökulmasta sähköurakka voidaan tehdä joko tuntipalkalla tai urakalla. Yleensä kun kyseessä on iso ja selkeä yksittäinen urakka, täytyy asentajille tarjota mahdollisuutta suorittaa työ urakkatyönä. Jos päätetään tehdä työ urakkatyönä, täytyy työnantajan ja asennusta suorittavien työntekijöiden laatia työmaasopimus. Työmaasopimuksessa sovitaan seuraavat asiat:

- urakan laajuus ja siihen sisältyvät työt
- suoritusaika
- palkkaus
- hinta
- laatuvaatimukset
- käydään läpi työn suorittamisen edellytysten järjestäminen.



### 3.4 Työmaan aloituskokous

Mikäli rakennusvalvontaviranomainen katsoo tarpeelliseksi, voi se määrätä rakennusluvassa rakennustyön aloituskokouksesta. Näissä kokouksissa yleensä puheenjohtajana toimii rakennusvalvontaviranomainen. Pääurakoitsija kutsuu aloituskokouksen koolle ennen rakentamisen aloittamista. Yleensä kokoukseen osallistuvat rakennuttaja, pääsuunnittelija sekä vastaava työnjohtaja. Jos kohde on hyvin suuri tai muulla tavalla poikkeuksellinen voidaan paikalle pyytää myös esimerkiksi rakennussuunnittelija, viranomaisia tai urakoitsijoiden työnjohtajia.

Kokouksesta on pidettävä pöytäkirjaa.

### 3.5 Työmaakokous

Ensimmäinen työmaakokous on yleensä työmaan osapuolten ensimmäinen yhteinen kokoontuminen. Työmaakokouksen osanottajia ovat muun muassa rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat, valvovat ja käyttäjät. Työmaakokouksen tarkoitus on käydä läpi urakan etenemistä ja ajankohtaisia asioita.

Yleensä ennen työmaakokousta rakennuttaja pyytää kokoukseen osallistuvilta urakoitsijoilta työvaihe ilmoituksen, joka on lähetettävä ennen kokousta. Työvaihe ilmoituksessa urakoitsija kertoo oman työnsä etenemisestä, mahdollisista aikataulumuutoksista, uusista työvaiheista tai alihankkijoista.

Työmaakokouksessa käsitellään seuraavia asioita:

- aikataulut ja urakan eteneminen
- laadunvalvonta
- ongelmien ratkaisu
- työturvallisuus
- osapuolten muut tärkeät asiat

- tarvikkeiden valinta ja hyväksyminen
- alihankkijoiden hyväksyminen
- muutos- ja lisätyöt
- muissa kokouksissa päätetyt asiat.

Kokouksella on yleensä hyvin vakiintunut rakenne, ja se noudattaa samaa kaavaa. Tarkoitus on puhua ja päättää asioista isommalla mittakaavalla ja pienemmät yksityiskohdat päätetään muissa kokouksissa tai ihan suullisella sopimisella. [5.]

### 3.6 Urakoitsijapalaveri

Työmaakokouksiin ei välttämättä kutsuta kaikkia urakoitsijoita.

Urakoitsijapalaveri on sitä varten, että kaikki urakoitsijat pääsevät osallistumaan ja saavat äänensä kuulumaan. Urakoitsijoiden lisäksi kokouksessa on yleensä valvoja. Urakoitsijapalaverissa käsitellään samoja asioita, kun työmaakokouksessa, mutta asioissa voidaan mennä tarkempiin yksityiskohtiin kuin työmaakokouksessa. Jos palaverin aikana ilmenee suurempia asioita, voidaan ne viedä työmaakokoukseen päätettäväksi.

### 3.7 Itselleluovutus

Itselleluovutuksella viitataan YSE98 pykäliin 11.1 § ja 71.3 §: ”Urakoitsija tarkastaa itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laadun sekä korjaa mahdolliset puutteet ja virheet ennen tilaajalle tapahtuvaa luovutusta.” YSE98

11.1 §. [5.] ”Urakoitsijan on ennen vastaanottotarkastusta itse varmistettava, että rakennustyö on valmis ja täyttää sopimuksen mukaiset vaatimukset.”

YSE98 71.3 §. [5.]

Käytännössä itselleluovutus tarkoittaa sitä, että urakoitsija käy aistinvaraisesti työnsä läpi ja varmistuu että kaikki on tehty kuten on sovittu ja. Tämän jälkeen tehdään käyttöönottotarkastukset, joilla testataan laitteiston turvallisuus.

Tarkastuksesta syntyy käyttöönottotarkastuspöytäkirja.

Standardin SFS 6000-6 [3.] mukaan käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täytyy sisältää ainakin seuraavat tiedot:

- tarkastetun laitteiston yksilöintitiedot
- laitteiston rakentajan (urakoitsijan ja sähkötoiden johtajan) yhteystiedot
- tulokset tarkastuksista
- toteamuksen siitä, täyttääkö asennukset standardin ja säännösten vaatimukset
- tiedot testatuista piireistä ja testaustulokset.

Tarkastusten jälkeen urakoitsija miettii, hyväksyisikö työn itselleen ja onko työ tehty niin kuin on sovittu. Kun työ on saatu valmiiksi, tehdään loppusiivous.

### 3.8 Vastaanottokokous

Urakkasopimuksen viimeiseen päivään mennessä on pidettävä vastaanottokokous. Kokouksen pyytää koolle pääurakoitsija. Urakoitsijoiden tulee huolehtia työt valmiiksi siihen mennessä. Pieniä viimeistelyitä, jotka eivät vaikuta kohteen käyttöönottoon voi yleensä tehdä vielä vastaanoton jälkeen.

Vastaanottokokouksessa rakennuksen vastaanotto hyväksytään tai hylätään. Tämän jälkeen työmaavaihe päättyy ja takuu-aika alkaa. Vastuu rakennuksesta siirtyy täysin rakennuttajalle. Vastaanottokokous on myös yleensä viimeinen mahdollisuus sopia taloudellisista asioista muiden osapuolten kesken.

Vaatimukset kirjataan vastaanottokokouksen pöytäkirjaan. [5.]

### 3.8.1 Vastaanottokokouksen pöytäkirja

Vastaanottokokouksesta tehdään pöytäkirja. Pöytäkirjaan kirjataan kaikki vastaanottokokouksessa käydyt asiat. Näitä ovat vähintään seuraavat:

- Mitä töitä ollaan vastaanottamassa?
- Onko vastaanottoon liittyvät tarkastukset tehty?
- Onko puutteita tai virheitä, jotka vaativat korjausta? Samalla sovitaan, milloin työt tehdään ja tarvitseeko niiden jälkeen tehdä uusia tarkastuksia.
- Todetaan, onko kohde valmis luovutettavaksi ja todetaan, onko kohde valmistunut ajallaan.
- Mahdolliset taloudelliset tai muut vaatimukset kirjataan. Tarkemmat rahasummat voidaan sopia vasta loppuselvityksessä.
- Pöytäkirjaan liitetään tarkastuspöytäkirjat ja puutelistat [5.]

### 3.9 Taloudellinen loppuselvitys

YSE98 73 § [5.] sanoo taloudellisesta loppuselvityksestä seuraavaa: ”Ellei 70 tai 71 §:n mukaisessa tarkastuksessa jo ole lopullisesti selvitetty kaikkia sopijapuolten välisiä tilisuhteita ja ellei määräajoista muuta sovita, urakoitsijan tulee kahden viikon kuluessa tarkastuspöytäkirjan saatuaan lähettää tilaajalle yksilöity lopputilitys kaikista sopijapuolten välisistä epäselvistä asioista. tilitys ja siihen annettava tilaajan vastine käsitellään loppuselvityksessä, joka on pidettävä kuukauden kuluessa tilityksen luovuttamisesta tilaajalle.”

Taloudellisesta loppuselvityksestä on myös pidettävä pöytäkirjaa. YSE 73 § [5.] mukaan pöytäkirjasta tulee ilmetä vähintään seuraavat asiat:

- urakoitsijan laatima lopputilitys ja tilaajan siihen antama vastine

- ne tilaajan vaatimusten määrät, jotka eivät sisälly edellä mainittuun vastineeseen
- muut mahdolliset tilisuhteisiin vaikuttavat asiat.

### 3.10 Takuu, vakuudet ja pidätys oikeus

#### Takuu

Takuuaika alkaa sinä päivänä, jolloin kohde on vastaanottokokouksessa sovittu vastaanotetuksi. Ellei takuuajasta sovita muuta, on se YSE98:n [5.] mukaan kaksi vuotta. Tämän ajan urakoitsija on velvollinen korjaamaan mahdollisesti ilmenneet virheet omalla kustannuksellaan, ellei urakoitsija kykene osoittamaan, että kyseessä on normaali kuluminen, virheellisen käytön tai tilaajan vastuulle kuuluvien huoltotoimenpiteiden laiminlyönnin aiheuttama vaurio. Takuuaika sisältää myös lisä- ja muutostyöt.

Takuuajan jälkeen urakoitsija on edelleen vastuussa törkeästä laiminlyönnistä aiheutuneista virheistä tai joita tilaaja ei ole voinut kohtuudella havaita. Tämäkin vastuu poistuu, kun kohteen vastaanottamisesta on kulunut kymmenen vuotta.

#### Vakuudet

Urakoitsija on velvollinen antamaan tilaajalle vakuuden, jotta tilaaja voi varmistua, urakoitsijan hoitavan veloitteensa ja maksusuoritukset niin kuin on sovittu.

Vakuus voi olla

- raha- tai vakuutuslaitoksen antama omavelkainen takaus
- rahalaitokseen tehty rahatalletus
- joku muu tilaajan hyväksymä vakuus.

Talletustodistukseen tai muuhun irtaimeen panttiin on liitettävä pantinantajan panttaussitoumus ja talletustodistukseen lisäksi pankin sitoumus säilyttää tilaajalle panttioikeus talletukseen. [5.]

Rakennusaikana vakuuden suuruus on 10 % ja takuuajana 2 %:n arvonlisäverottomasta urakkahinnasta, ellei urakkasopimuksessa ole sovittu muuta. Käytännössä rakennusajan vakuus siirtyy takuuajan vakuudeksi 2 % osalta, kun luovutus on tehty. YSE98:n [5.] mukaan vakuuksien on oltava voimassa kolme kuukautta yli urakka- tai takuuajan. Vakuudet täytyy palauttaa välittömästi, kun urakoitsija on täyttänyt velvoitteensa.

#### Pidätysoikeus

Ongelmatilanteissa on urakan kaikilla osapuolilla pidätysoikeus. Tämä tarkoittaa sitä, että osapuoli voi esimerkiksi jättää maksamatta maksuvelvoitteen tai jättää noudattamatta aikataulua. Tähän on kumminkin oltava painavat perusteet ja kaikki tulisi tehdä kirjallisesti.

## **4 Urakan arviointi**

Koko projektissa tarjouspyynnöstä kohteen luovutukseen kului noin puolitoista vuotta. Tarjouspyyntö hyväksyttiin noin puoli vuotta ennen rakentamisen aloittamista ja rakennusvaihe sähköurakan osalta kesti noin 13 kuukautta. Rakennukset nousivat kerroksen viikossa, joten siihen kului yhteensä noin neljä kuukautta. Sen kanssa osittain samaan aikaan tehtiin betonielementtien kaapelointia, kaapelireittejä ja lattialämmitysten asentamista. Runkokaapelointiin meni kahdelta ihmiseltä noin kuukausi. Huoneistojen kaapeloinnissa oli neljä asentajaa kuuden viikon ajan. Urakan viimeisten 5 kuukauden aikana asentajia oli kahdesta kolmeen ja välillä oli työharjoittelijoita apuna. Tänä aikana tehtiin huoneistojen kalustus, yleiset tilat, parkkihalli ja keskusten kytkennät.

Urakka meni kokonaisuudessa ihan hyvin, mutta parannettavaa jäi myös paljon.

Tässä kappaleessa käydään läpi asioita, jotka vaikuttivat urakan sujuvuuteen. Urakassa oli kärkimiehen lisäksi yksi asentaja, jotka olivat käytännössä koko urakan ajan työmaalla. Asentajien määrä oli suurempi kiireellisemmissä työvaiheissa kuten runkokaapeloinnissa ja huoneistojen kaapeloinnissa. Urakka oli kärkimiehen ensimmäinen kärkimiehenä ja toisella pysyvällä asentajalla ei ollut vielä kovin paljoa asennuskokemusta.

Asentajien kokemus näkyi mm. siinä, ettei kaikkia asioita osattu katsoa tarpeeksi pitkälle ja oltiin liian myötäileviä pääurakoitsijan suuntaan. Monessa tilanteessa priorisoitiin pääurakoitsijan toiveita, oman urakan sijaan. Tämä aiheutti esimerkiksi tilanteita, joissa jokin työvaihe jäi kesken, kun mennään tekemään jotain pääurakoitsijan toivomaa asiaa ensin. Ja sitten kun palataan tekemään keskeneräistä työtä, kuluu taas aikaa sen uudelleen aloittamiseen.

Pääurakoitsijan sisäisen johtamisen ongelmat vaikuttivat sähköurakkaan monella tapaa. Työvaiheet valmistuivat hyvin usein myöhässä, eivätkä samanaikaisesti. Yhtenä esimerkkinä kylpyhuoneiden peilien led-listat työllistivät aivan liikaa. Peilien koot muuttuivat moneen kertaan ja kun peilejä tuli asuntoihin, jäi osa tulematta ja osa olivat väärän kokoisia. Tämä aiheutti sen, että asentajien piti uudelleen mitata led listojen koot ja pätkiä tilattuja listoja sopivan kokoisiksi tai tilata uusia. Jatkuva epäselvyys peilien tilanteesta vain työllisti turhaan asentajia. Jos peilit olisivat tulleet kerralla oikeankokoisina olisi niiden asentaminen onnistunut muutamassa tunnissa. Todellisuudessa työaikaa kului huomattavasti enemmän. Myös esimerkiksi kylpyhuoneiden laatoitukset valmistuivat hyvin epämääräisessä järjestyksessä, myöhässä ja hyvin pitkällä aikavälillä. Ideaalitalanteessa asennusporukka pääsisi kalustamaan kylpyhuoneita kerros kerrallaan, että voisi edetä loogisessa järjestyksessä. Palosulut tulivat aivan liian aikaisin, mikä hidasti yleisten tilojen kaapelointia huomattavasti, ja erilaisia läpivientejä taas sai odottaa hyvin pitkään. Samankaltaisia ongelmia oli urakassa paljon.

Sähköurakan työnjohdollisesta näkökulmasta haasteeksi ja urakan katetta syöväksi asiaksi muodostui kuparin noussut markkinahinta. Kuparin hinta nousi

huomattavasti tarjouslaskelman tekohetkestä urakan toteuttamisvaiheeseen. Myös työnjohdon ajoittainen työpaine näkyi esimerkiksi tilausten teossa. Välillä tilaukset tehtiin vähän myöhässä ja joskus niistä unohtui osa. Jos työnjohdolla olisi ollut enemmän aikaa, olisi voitu esimerkiksi tarkistaa kaapeleiden kokoja vähän pienempiin, mikäli suunnitelmissa on käytetty tarpeettoman suuria. Esimerkiksi liesikupujen kanssa toimiville ilmanvaihdon vahvistuspelleille oli suunniteltu 5x1,5mmj kaapeli, vaikka ne toimivat 24V tasavirralla, joten kaapelointi olisi voitu tehdä huomattavasti halvemmalla heikkovirtakaapelilla.

Yhteenvedona suurin oppi, jonka tästä urakasta sain, on se, kuinka tärkeätä on saada työvaiheet mahdollisimman valmiiksi ennen kuin siirtyy seuraavaan. Keskenäisen työn uudelleen aloittaminen on hidasta ja urakan loppuvaiheessa olisi suotavaa, että keskenäiset työt ovat tiedossa. Jotta tämä olisi mahdollista, tulisi huolehtia kaikki kaapelireitit valmiiksi mahdollisimman nopeasti ja huolehtia että kaikki työvaiheessa tarvittavat tarvikkeet ovat työmaalla, ettei työtä tarvitse jättää sen takia kesken. Koska työmaalla työvaiheet jäivät usein kesken monesta eri syystä, olisi tarkempaa kirjanpitoa keskenäisistä töistä ollut hyvä pitää. Tämä olisi helpottanut yleiskuvan hahmottamisessa.

## **5 Yhteenveto**

Tämän työn tarkoitus oli tutustua kerrostalon sähköurakointiin ja valmistaa minua toimimaan kerrostalon sähköurakassa työnjohtajana tulevaisuudessa. Työn aikana tehtiin käytännön sähköasennuksia työmaalla ja tutustuttiin rakentamiseen ja sähköurakointiin liittyviin sopimusehtoihin, säädöksiin ja toimintatapoihin. Tämän työn aikana opin hahmottamaan sähköurakkaa kokonaisuutena, sekä sen pienempiä erillisiä osia. Opin myös, ettei työhön voi mitenkään olla valmis vain asioita opiskelemalla. Ainoa keino kehittyä hyväksi työjohtajaksi on käytännössä oppiminen. Uskon, että työtä saa tehdä pitkään uusia asioita oppien, mutta tämän työn jälkeen niitä uusia asioita on muutama vähemmän.



## Lähteet

- 1 Hakala, Paavo. 2014. ST kortisto 51.13. Sähköinfo Oy.
- 2 Ahoranta, Jukka. 2015. Kiinteistöjen sähköasennukset. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- 3 SFS 6000-6. Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset. 2017. Helsinki. Sesko ry.
- 4 Saastamoinen, Arto. Saarelainen, Kimmo. Kauppila, Jenna. 2012. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. ST-käsikirja 33. Espoo: Sähkötieto ry.
- 5 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998. Helsinki. Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry.